

Avustavat tekniikat elekäyttöliittymissä

Ville Mäkelä

Tampereen yliopisto
Informaatiotieteiden yksikkö
Vuorovaikutteinen teknologia
Pro gradu -tutkielma
Ohjaaja: Markku Turunen
Huhtikuu 2013

Tampereen yliopisto
Informaatiotieteiden yksikkö
Vuorovaikutteinen teknologia
Ville Mäkelä: Avustavat tekniikat elekäyttöliittymissä
Pro Gradu -tutkielma, 60 sivua, 3 liitesivua
Huhtikuu 2013

Tässä tutkielmassa tutkitaan erilaisia osoitinpohjaisen elekäyttöliittymän avustavia tekniikoita, joiden avulla käyttöliittymästä saadaan tehokkaampi ja helppokäyttöisempi. Elekäyttöliittymät eivät ole yleistyneet varsinkaan julkisiin paikkoihin sijoitetuissa järjestelmissä, sillä eleet eroavat perinteisistä vuorovaikutusmekaniikoista.

Tutkimuksessa tutkitaan liimakursori-tekniikkaa, jossa käsin kontrolloitava kursori viedään automaattisesti riittävän lähellä olevaan, vuorovaikutuksen sallivaan kohteeseen, kuten painikkeeseen. Liimakursoria tutkittiin kahdella eri voimakkuudella. Tutkimustulosten perusteella molemmat liimakursorit ovat selvästi tehokkaampia ja käyttökokemukseltaan parempia kuin tavallinen kursori.

Avainsanat ja -sanonnat: eleohjaus, eleet, käyttöliittymät, avustavat, tekniikat, liimaus, liimakursori

Sisällysluettelo

1.	Johdanto.....	1
2.	Elekäyttöliittymistä yleisesti.....	3
2.1.	Eleisiin liittyviä peruskäsitteitä.....	3
2.2.	Liiketunnistusteknologian kehitys ja kaupallinen läpimurto	5
2.3.	Julkisten näyttöjen ja elekäyttöliittymien haasteet.....	9
2.4.	Julkiset järjestelmät sosiaalisena ympäristönä.....	13
2.4.1.	<i>Vuorovaikutuksen tasot</i>	15
2.5.	Kohteen saavuttamisen avustavat menetelmät.....	16
2.6.	Kohteen valinta elekäyttöliittymissä	20
2.7.	Yhteenveto	22
3.	Informaatioseinä	24
3.1.	Informaatioseinän toiminnallisuudet.....	24
3.1.1.	<i>Ohikulkijoiden visualisointi</i>	24
3.1.2.	<i>Käyttöliittymän dynaamisuus</i>	25
3.1.3.	<i>Käyttöliittymän perustoiminnot</i>	28
3.1.4.	<i>Liimakursori</i>	30
3.1.5.	<i>Näkymien vaihto</i>	33
3.1.6.	<i>Informaatiokuution tapahtumien tarkastelu</i>	34
3.1.7.	<i>Puhekäyttöliittymä</i>	36
3.2.	Järjestelmän tekninen kuvaus.....	36
3.2.1.	<i>SkeletonServer</i>	36
3.2.2.	<i>MultiSkeletonServer</i>	37
3.2.3.	<i>Asiakasohjelma</i>	37
4.	Informaatioseinän käyttäjätutkimus.....	40
4.1.	Tutkimuksen suunnittelu ja järjestelyt	40
4.2.	Järjestelmän laitteisto ja asetelmat.....	42
4.3.	Osallistujat	43
4.4.	Tulosten esittely ja analysointi.....	43
4.4.1.	<i>Yleiset tulokset</i>	43
4.4.2.	<i>Painikekohtainen analyysi</i>	45
4.4.3.	<i>Käyttökokemus</i>	48
4.5.	Informaatioseinän jatkokehitysideat	49
5.	Päätelmät	51
5.1.	Jatkotutkimukset	51
6.	Tiivistelmä.....	53

Viiteluettelo	54
---------------------	----

Liitteet

1. Johdanto

Elehdintä on ihmisille luonnollista ja monesti puhtaasti vaistonvaraista esimerkiksi suullisen kommunikoinnin aikana. Tästä syystä eleiden valjastaminen hyötykäyttöön on mielenkiintoinen tutkimuksen kohde. Ovatko eleet tehokas ihmisen ja tietokoneen välisen vuorovaikutuksen keino? Voidaanko eleillä saavuttaa jotain, mihin muilla modaliteeteilla ei pystytä?

Liiketunnistus on verraten uusi vuorovaikutuksen muoto. Viime vuosina se on tullut vahvasti esille esimerkiksi videopeleissä ja hiljalleen myös arkisemmissa laitteissa, kuten televisioissa. Liiketunnistuksen avulla vuorovaikuttaminen perustuu käyttäjän tekemiin eleisiin, yleensä esimerkiksi päällään tai käsillään, jotka tehdään tarkoitukseen sopivan kameran edessä joko lisälaitteiden avulla tai ilman. Käytettävä sovellus tunnistaa eleet ja reagoi niihin ennalta määrätyllä tavalla.

Tekniikan kehitys ja hintamuutokset ovat johtaneet suurten, interaktiivisten näyttöjen lisääntymiseen julkisilla paikoilla, kuten lentokentillä ja rautatieasemilla. Kyseisiä näyttöjä käytetään usein koskettamalla, mutta kauempaa tehtävät eleet eivät niissä ole yleistyneet (Hardy et al, 2011). Eleet eroavatkin muista vuorovaikutustavoista huomattavasti, ja esimerkiksi ihmisten ujous ja ennakkoluulot hankaloittavat usein uudenlaisiin järjestelmiin tutustumista (Ojala et al, 2012).

Tässä tutkielmassa tutkitaan erilaisia avustavia tekniikoita, joiden avulla voidaan parantaa elekäyttöliittymien käytettävyyttä ja tehdä niistä helpommin lähestyttäviä ja ymmärrettäviä myös suurelle yleisölle.

Tutkielmassa käsiteltävä sovellus on käsieleillä ohjattava, julkisille paikoille tarkoitettu informaatioseinä. Informaatioseinän tavoitteena on tarjota käyttäjilleen uudenlainen ja helppokäyttöinen keino tiedon hankintaan. Tieto esitetään näytölle avautuvan informaatiokuution seinämällä, ja kuutiota eri suuntiin pyörittämällä voidaan vaihtaa näytettävää tietoa sekä esitystapaa. Informaatioseinä voidaan pystyttää erilaisiin tapahtumiin, kuten konferensseihin tai messuille, ja esittää seinällä kyseiselle tapahtumalle relevanttia informaatiota. Sovellus tukee useaa samanaikaista käyttäjää, ja usean käyttäjän tapauksessa jokaiselle käyttäjälle avataan oma, muista riippumaton informaatiokuutio.

Informaatioseinä perustuu kursoripohjaiseen osoitusjärjestelmään, eli kumpaakin kättä näytöllä vastaa kursori, joka liikkuu sen mukaan, mihin käyttäjä käsillään osoittaa. Vuorovaikutus tapahtuu painikkeilla, jotka aktivoidaan siirtämällä kursori hetkeksi niiden päälle. Kyseisen vuorovaikutustavan ongelmana on suuri motorinen kuormitus – kursorin pitäminen tietyssä paikassa vaatii yksinkertaisuudestaan huolimatta keskittymistä, ja pienen tahattoman kädenliikkeen seurauksena kursori voi liikkua pois painikkeen päältä, jolloin aktivointi on aloitettava alusta. Ongelma pyritään ratkaisemaan liimakursori-tekniikalla, joka tietyin reunaehdoin siirtää kursorin

painikkeen päälle jo silloin, kun ollaan tarpeeksi lähellä painiketta. Tässä tutkimuksessa tutkitaan liimakursorin tehokkuutta kahdella eri voimakkuudella.

Tutkimuskysymyksenä on selvittää, parantaako liimakursorin käyttö sovelluksen käytettävyyttä ja käyttökokemusta, ja millaisella voimakkuudella se on tehokkaimmillaan. Liian matala voimakkuus saattaa jäädä kokonaan huomaamatta, kun taas liian voimakas kohteeseen tarttuminen saattaa synnyttää käyttäjälle tunteen, ettei hän kontrolloi sovellusta. Tehokkuutta mitataan muiden muassa ajalla, joka kohteiden valintaan keskimäärin menee, sekä kohteiden valinnassa tapahtuvien virheiden määrällä.

Tutkimustulosten perusteella liimakursori nopeuttaa järjestelmän käyttöä ja parantaa käyttökokemusta tavalliseen kursoriin verrattuna. Liimakursorilla kohteet saavutetaan nopeammin, ja kohteet kyetään myös valitsemaan helpommin. Virheiden määrä jokaisella kursorityypillä on pieni.

Luvussa 2 käydään ensimmäiseksi läpi tämän tutkielman kannalta olennaisia termejä sekä rajataan tarkemmin tutkielman aluetta. Lisäksi luvussa 2 esitellään eleohjauksen historiaa ja erilaisia eleohjauskäyttöliittymiä ja aiempia tutkimustuloksia. Luvussa 3 esitellään informaatioseinän toiminnallisuudet. Luvussa 4 kerrotaan käyttäjätестien järjestelyistä ja testitilanteesta sekä esitellään ja analysoidaan evaluaation tulokset. Luvun lopuksi esitellään informaatioseinän kehityksen aikana sekä evaluaation tulosten pohjalta syntyneet jatkokehitysideat. Luvussa 5 esitellään käyttäjätестien pohjalta tehdyt keskeisimmät päätelmät sekä jatkotutkimusaiheet. Luvussa 6 esitetään tiivistelmä tutkielman pääkohdista.

2. Elekäyttöliittymistä yleisesti

Tässä luvussa esitellään elekäyttöliittymien pohjatietoja, taustoja, niihin liittyviä haasteita ja sosiaalisia tekijöitä sekä keinoja, joiden avulla elekäyttöliittymien käyttökokemusta ja käytettävyyttä kyetään mahdollisesti parantamaan.

Luku alkaa peruskäsitteiden kartoituksesta ja ensimmäisistä 1980-luvun elekäyttöliittymäkokeiluista aina 2010-luvulle asti. Erityisesti luvussa keskitytään elekäyttöliittymien ja suurten, julkisten näyttöjen mukanaan tuomiin haasteisiin ja niiden mahdollisiin ratkaisuihin. Lisäksi esitellään erilaisia avustavia tekniikoita, joiden avulla elekäyttöliittymistä voidaan potentiaalisesti kehittää helppokäyttöisempiä.

2.1. Eleisiin liittyviä peruskäsitteitä

Tekniset laitteet ovat jo vuosikymmeniä kyenneet havaitsemaan liikettä. Yksinkertaisia jokapäiväisiä liikkeen havaitsevia laitteita ovat esimerkiksi pullonpalautusautomaatit sekä automaattisesti avautuvat ovet. Kyseiset laitteet saattavat olla hyvin rajoittuneita, eivätkä kykene saamansa informaation tarkempaan analysointiin. Automaattiovet saattavat aueta samalla tavalla riippumatta siitä, käveleekö tunnistuslaitteen näköpiiriin ihminen vai heitetäänkö alueelle kivi.

Järjestelmät ovat vuosien saatossa monimutkaistuneet ja kehittyneet, ja niille on pikkuhiljaa kehittymässä eräänlainen oikea näkökyky. Nykyaikaiset liiketunnistusjärjestelmät sisältävät kameran, joka muodostaa nopealla tahdilla kuvasarjoja. Järjestelmät vertailevat kuvia toisiinsa ja toimivat niiden pohjalta halutulla tavalla. Tietojenkäsittelyn aluetta, joka keskittyy kuvien muodostamiseen, prosessointiin, analysointiin ja ymmärtämiseen, kutsutaan tietokonenäköksi.

Tietokonenäköä sovelletaan laajalti paitsi tietotekniikan alueilla myös niiden ulkopuolella. Mielenkiintoisia moderneja sovellusalueita ovat esimerkiksi lääketiede ja tekoäly. Lääketieteessä tietokonenäköä kykenevät hyödyntämään esimerkiksi leikkauksiin osallistuvat robotit, ja tekoälyt kykenevät suunnistamaan näkönsä avulla. Tämän tutkielman kannalta olennaista on ihmisen tunnistukseen ja sen eleiden havainnointiin keskittyvä tietokonenäön osa-alue.

Oxford English Dictionary (2013) määrittää eleet yleisesti ”vartalon liikkeinä, jotka edustavat ajatusta tai tunnetta”. Useat tutkijat, kuten Kirsch ja Maglio (1994), pyrkivät tekemään eron eleiden ja toimintojen välillä. Toiminnoilla katsotaan olevan suora, käytännöllinen tarkoitus, jolla pyritään saavuttamaan fyysisiä muutoksia. Eleillä taas pyritään enemmän symboliseen ja tulkinnalliseen viestintään. Esimerkiksi tiskaaminen vaatii jatkuvaa käsien liikettä, mutta liikkeet itsessään eivät sisällä tulkinnallisia viestejä, vaan ovat puhtaasti käytännön pakosta suoritettavia liikkeitä. Tiskatessa tapahtuvat liikkeet ovat siis toimintoja.

Tutkijoiden määritelmien vertailussa määritykset ja termit menevät osittain ristiin, ja täten yksiselitteistä määritelmää on vaikea muodostaa. Kirsch ja Maglio erottavat toiminnot ja eleet toisistaan, kun taas Kendonin (2004) mielestä eleet ovat toimintojen alakategoria. Tähän mennessä esiteltyt määritykset ovatkin käsitelleet eleitä yleisesti, ja ovat toisaalta keskittyneet eleisiin lähinnä kommunikoinnin näkökulmasta.

Quekin (1995) ja Pavlovicin ja muiden (1997) mukaan eleet ovat käden ja käsivarren liikkeitä, jotka välittävät merkityksellistä informaatiota. Tämä määritelmä on tärkeä, sillä se liittyy eleisiin nimenomaan ihmisen ja tietokoneen välisen vuorovaikutuksen näkökulmasta. Vaikka useimmissa elekäyttöliittymissä painopiste on nimenomaan käsissä, voidaan kuitenkin kysyä, miksi eleet tulisi rajata vain käsivarsiin. Selkeyden vuoksi määritetään, että tässä tutkielmassa eleillä tarkoitetaan sellaisia tarkoituksellisia fyysisiä liikkeitä, joiden suorittamisella halutaan laukaista jokin toiminnallisuus käytettävässä sovelluksessa.

Yhteen ihmisen aistiin perustuvaa ihmisen ja tietokoneen välistä informaationvaihtokanavaa kutsutaan modaliteetiksi (Bernsen, 2002). Useita modaliteetteja, kuten eleitä ja puhetta, samanaikaisesti hyödyntäviä käyttöliittymiä kutsutaan multimodaalisiksi käyttöliittymiksi. Bernsen jakaa lisäksi modaliteetit informaation kulkusuunnan perusteella vastaanottomodaliteetteihin (*input*) ja tuottomodaliteetteihin (*output*), vaikkakin modaliteetit voivat olla myös molempia samanaikaisesti. Ihminen vastaanottaa informaatiota tietokoneelta vastaanottomodaliteettien kautta, ja tuottaa tietokoneen ymmärtämiä käskyjä tuottomodaliteettien avulla.

Liiketunnistus voidaan nähdä tietokoneiden keinona ymmärtää ihmisen liikkeitä, luoden täten vahvemman vuorovaikutussiteen näiden toimijoiden välille. Perinteisessä vuorovaikutuksessa tukeudutaan edelleen pitkälti hiiren ja näppäimistön kautta tapahtuvaan kommunikaatioon, ja liiketunnistus uutena vuorovaikutuskeinona tarjoaa tien ulos hiiren ja näppäimistön luomista rajoituksista.

Laitteistonäkökulmasta liiketunnistus voidaan jakaa kahteen osaan. Toinen osa perustuu käyttäjän piteleminen ohjaimiin, jotka kommunikoivat jonkinlaisen vastaanottimen kanssa eri tavoin. Ohjaimet voivat vaihdella pienistä kädessä pidettävistä esineistä esimerkiksi hanskoihin, kypäriin tai kokonaisesti päälle puettaviin asuihin. Ohjainten teknologia voi vaihdella esimerkiksi magneettikentistä kiihtyvyysantureihin. Tunnetuin liiketunnistukseen perustuva, ohjainta hyödyntävä laitteisto on Nintendon vuonna 2006 julkaisema Wii-pelikonsoli, jota käytetään TV:n kauko-ohjainta muistuttavalla laitteella.

Historiallisesta näkökulmasta ohjainten käyttö ensimmäisissä liiketunnistussovelluksissa johtui yksinkertaisesti teknologisista rajoitteista. Nykyään liiketunnistus voi tapahtua tarkasti ilman erityisiä ohjaimia pelkän vastaanottimen, esimerkiksi kameran, avulla. Tästä tunnetuin nykyaikainen esimerkki on Microsoftin

Xbox 360 –pelikonsolin Kinect –kamera. Tässä tutkielmassa käsitellään molempia liiketunnistuksen alueita, mutta käyttäjätesteissä arvioitu sovellus perustuu Kinect –kameraan, eli liiketunnistukseen ilman erillisiä ohjaimia. Julkisten sovellusten tapauksessa on käytännöllistä, että käyttäjät voivat aloittaa sovelluksen käytön spontaanisti ilman erityistä valmistautumista. Siitä huolimatta myös ohjaimilla on liiketunnistuksessa paikkansa, koska ne sallivat syvemmän vuorovaikutuksen helposti esimerkiksi sisältämiensä painikkeiden avulla.

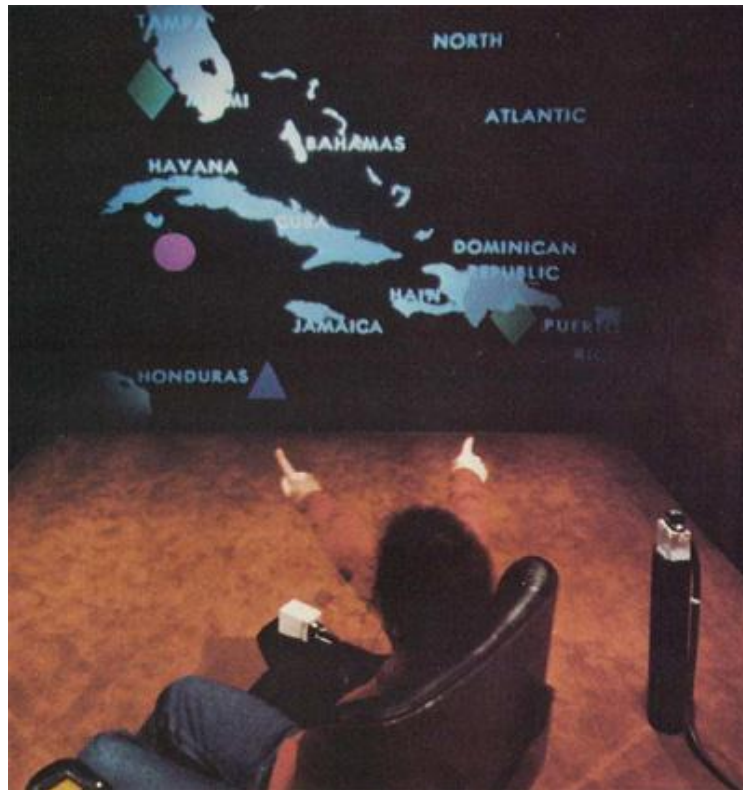
Käyttöliittymä tarkoittaa niitä sovelluksen toimintoja, esimerkiksi painikkeita, joiden avulla käyttäjä on vuorovaikutuksessa sovelluksen kanssa. Elekäyttöliittymillä tarkoitetaan käyttöliittymiä, joissa vuorovaikutus tapahtuu käyttäjän tekemien eleiden kautta.

Elekäyttöliittymät eroavat muunlaisista käyttöliittymistä käyttäjän saaman palautteen osalta. Nancel et al (2011) huomauttavat, että siirryttäessä suorasta laitteiston kanssa tapahtuvasta vuorovaikutuksesta tilalliseen vuorovaikutukseen, vähenee myös käyttäjän vastaanottama passiivinen haptinen palaute, kunnes se katoaa lopulta kokonaan. Esimerkiksi hiiren liikuttamisessa ja sen painikkeiden painamisessa on selkeä palaute, jolloin käyttäjä kykenee ainakin jossain määrin nojautumaan saamaansa palautteeseen, eli esimerkiksi varmistumaan siitä, että painikkeen painallus on rekisteröity. Elekäyttöliittymissä vastaavaa palautetta ei ole, joten elekäyttöliittymät joutuvat turvautumaan täysin visuaaliseen ja auditiiiviseen palautteeseen. Tästä syystä on erityisen tärkeää, että nämä palautteet ovat välittömiä ja selkeitä. Hespanhol et al (2012) toteavat, että visuaalinen ja auditiiivinen palaute on luotava ”tavoilla, jotka auttavat käyttäjää saavuttamaan tavoitteensa olematta häiritseviä”.

2.2. Liiketunnistusteknologian kehitys ja kaupallinen läpimurto

Liiketunnistus on verraten uusi vuorovaikutuksen muoto. Kaupallinen läpimurto saavutettiin vasta joitain vuosia sitten pelikonsolien liiketunnistukseen perustuvien ohjainten myötä. Ensimmäiset liiketunnistussovellukset käyttivät poikkeuksetta erityistä laitteistoa liikkeiden havainnointiin, mikä osaltaan haittasi elekäyttöliittymien käytännöllisyyttä.

Boltin (1980) Put-That-There -järjestelmä on yksi vuorovaikutteisen teknologian tunnetuimpia. Sovellus (kuva 1) yhdisteli yksinkertaisia puhekomentoja käsieleisiin. Kädellä suurta näyttöä osoittamalla käyttäjä kykeni liikuttamaan kursoria, ja puhekomentojen avulla pystyi esimerkiksi luomaan objekteja kursorin osoittamaan paikkaan. Sovelluksessa liiketunnistus tapahtui kädessä pidettävän pienen esineen sekä käyttäjän viereen istutetun vastaanottimen muodostamien magneettikenttien avulla. Erillisestä kädessä pidettävästä laitteistosta huolimatta sovellus oli aikaansa nähden varsin edistynyt.



Kuva 1. Boltin (1980) Put-That-There –järjestelmä.

Viime vuosina liiketunnistus on tullut vahvasti esille esimerkiksi videopeleissä ja myös muissa teknologioissa. Vuonna 2006 julkaistu Nintendon Wii-pelikonsoli käyttää hyödykseen kahta erilaista peliohjainta, joita pelistä riippuen käytetään joko yksin tai yhdessä (kuva 2). Näistä toisessa, TV:n kaukosäädintä muistuttavassa Wiimote-ohjaimessa on sisäänrakennettu kiihtyvyysanturi, sekä tunnistin, joka pystyy kertomaan, mihin suuntaan ja kuinka kaukaa ohjaimella osoitetaan. Wiimote pystyy näin tarjoamaan vahvoja metaforia, esimerkiksi taistelupelissä ohjainta saatetaan heiluttaa kuin miekkaa.



Kuva 2. Nintendo Wii –pelikonsolin Nunchuk- ja Wiimote-ohjaimet.

Wiin menestyksen myötä kilpailevat konsolipelivalmistajat Sony ja Microsoft kehittivät omat vastineet konsoleilleen. Sonyn PlayStation 3:lle julkaisema Move –liikeohjain on käyttönsä puolesta lähes identtinen Wiimote- ja Nunchuk –yhdistelmän kanssa (kuva 3). Sekä Wiin että PlayStation 3:n liikeohjaimet ovat tarkkoja, ja sisältämiensä painikkeiden ansiosta niillä kyetään monimutkaiseenkin pelaamiseen.



Kuva 3. Sonyn PlayStation Move-ohjaimet.

Microsoftin vuonna 2005 julkaistu Xbox 360 –pelikonsoli sai vuonna 2010 erillisen Kinect –laitteen, jonka liiketunnistuskameran avulla kykenee pelaamaan pelejä ilman erillistä ohjainta (kuva 4). Kinectistä tuli heti julkaisunsa aikaan maailman nopeimmin

myyvä elektroninen laite (Guinness World Records Gamer's Edition 2011, 2011), ja oli syksyllä 2012 myynyt noin 18 miljoonaa yksikköä. Kinectin voidaan ajatella osaltaan valmistaneen ihmisiä liiketunnistussovellusten käyttöön. Kinect-laitteiden ohjelmoitavuus, edullisuus ja mahdollisuus liittää ne suoraan tietokoneeseen on johtanut Kinectin tuomiseen myös tutkimuskäyttöön.



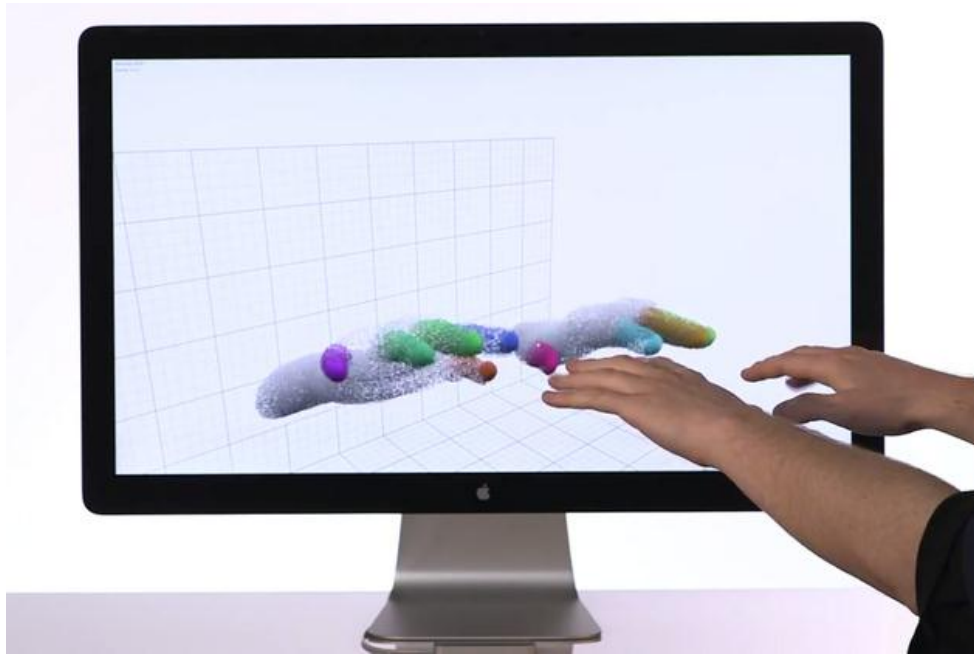
Kuva 4. Microsoft Kinect –laite.

Vuonna 2012 Samsung julkaisi uusia televisioita Smart TV –tuotesarjaan. Uusissa Smart TV –televisioissa on sisäänrakennettu kamera sekä mikrofoni, ja niitä pystyy ohjaamaan sekä eleillä että puhekomennoina (kuva 5). Eleohjaus tapahtuu käsiä liikuttamalla, jolloin ruudulla oleva kursori liikkuu käden osoittamaan suuntaan. TV:t sisältävät lisäksi käyttäjäprofiileihin liitettävän kasvontunnistusominaisuuden – pelkkien kasvojen perusteella televisio kykenee tunnistamaan käyttäjän ja kirjaamaan hänet esimerkiksi Facebookiin ja Twitteriin (Samsung, 2013).



Kuva 5. Samsungin Smart TV.

Leap –yhtiön kehittämä, vuosien 2012 ja 2013 vaihteessa julkaisema Leap Motion –laite vie liiketunnistuksen hyvin tarkalle tasolle. Leap Motion –laite tunnistaa tarkasti käyttäjän kädet sormia myöten (kuva 6), ja esimerkiksi kyniä voi käyttää osoittimina käyttäjän niin halutessaan. Leap Motion analysoi yläpuolellaan olevaa tilaa noin metrin etäisyydelle asti kahden kameran ja kolmen ledivalon avulla, ja kykenee 0.01 millimetrin tunnistustarkkuuteen (Leap Motion, 2013).



Kuva 6. Leap Motion –laite ja käyttäjän käsien visualisointi.

Leap Motionissa on ainakin toistaiseksi tiukkoja tilallisia rajoituksia, sillä käsien on käytön aikana oltava suoraan laitteen yläpuolella. Rajoituksistaan huolimatta Leap Motion luo uudenlaisia mahdollisuuksia elekäyttöliittymien alueella.

Kaupallisesti menestyneistä eleitä hyödyntävistä tuotteista, kuten pelikonsoleista ja televisioista, voidaan tehdä yksi olennainen huomio - ne kaikki on tarkoitettu viihde- ja kotikäyttöön. Kotikäytössä ihmisillä on aikaa tutustua rauhassa järjestelmien käyttöön ja ohjeisiin ilman uteliaita katseita. Lisäksi viihdekäytössä ihmisten kynnys kokeilla jotain uutta saattaa olla matalampi. Usean vastaavanlaisen tuotteen kansainvälinen menestys antaa kuitenkin viitteitä siitä, että ihmiset ovat yleisesti kiinnostuneita liikeohjauksesta. Seuraavissa luvuissa tutustutaan ele- ja muihin käyttöliittymiin nimenomaan julkisten järjestelmien näkökulmasta.

2.3. Julkisten näyttöjen ja elekäyttöliittymien haasteet

Eleohjaus erityisesti julkisilla paikoilla tuo mukanaan monenlaisia haasteita, joista osa on uniikkeja nimenomaan eleohjaukselle. Uutena modaliteettina eleohjaus kärsii ihmisten kokemattomuudesta, ennakkoluuloista ja kielteisistä asenteista. Lisäksi siirtymä muista modaliteeteista nimenomaan elekäyttöliittymiin on tilallisten

ominaisuuksiensa johdosta normaalia suurempi – käyttäjät eivät välttämättä kykene siirtämään tietojaan muista modaleeteista eteenpäin, toisin kuin siirtyessään esimerkiksi hiiriohjauksesta kosketusnäyttöihin.

Müller et al (2009) esittelevät näyttösokeuden (*display blindness*) ongelman. Näyttösokeusongelman mukaan ihmiset eivät kiinnitä huomiota julkisiin näyttöihin yhtä paljon kuin yleisesti ajatellaan. Vaikka ihmiset huomaisivatkin näytön olemassaolon, eivät he pysähdy tarkastelemaan näyttöä tarkemmin, koska olettavat sen sisältävän niinsanottua ”tylsää” ja ”tavanomaista” informaatiota, kuten mainoksia.

Näyttösokeus on hyvin verrattavissa verkkoympäristössä tavattuun mainossokeuteen (*banner blindness*). Burke et al (2005) kirjoittavat, että käyttäjät harvoin katsovat suoraan verkkosivujen mainoksia kohti, ja jälkikäteen eivät juurikaan muista niiden sisältöä. Tämä johtuu Burken ja muiden mukaan siitä, että käyttäjät olettavat mainosten sisällön olevan epäolennaista heidän tavoitteidensa kannalta – oli tavoite sitten ostosten tekeminen tai uutisten lukeminen.

Mainossokeuden ja näyttösokeuden syyt vaikuttavat tulevan samasta lähteestä. Täten olisikin syytä pohtia, voidaanko näyttöjen sisältö tehdä sellaiseksi, että siitä on satunnaiselle ohikulkijalle todennäköisemmin todellista hyötyä.

Ojala et al (2012) esittelevät uudenlaisena haasteena vuorovaikutussokeuden (*interaction blindness*). Tutkiessaan julkisesti esillä olevia suuria kosketusnäyttöjä he havaitsivat, että osa ihmisistä ohitti järjestelmän yksinkertaisesti siksi, etteivät he tienneet voivansa olla vuorovaikutuksessa näytön kanssa. Näytöissä kokeiltiin myös yksinkertaista ”*Kosketa minua!*” –animaatiota, mutta tämän ei havaittu juuri nostavan käyttäjien määrää.

Näyttösokeus ja vuorovaikutussokeus yhdessä muodostavat ongelmalliset lähtökohdat vuorovaikutteisille julkisille näytöille. Perinteiset näytöllä näkyvät ohjeet tai rohkaisut eivät auta, koska jo lähtökohtaisesti näytön sisältöön ei usein kiinnitetä huomiota. Niinpä ratkaisua on haettava muilla tavoin. Berlynen (1960) mukaan uteliaisuus on eräs vahvimmista ihmisen käyttäytymiseen vaikuttavista tekijöistä. Ihmisen uteliaisuus herää usein tilanteissa, joissa tapahtuu jotain uutta tai yllättävää.

Houben ja Weichel (2013) esittelevät Berlynen teorian pohjalta kehittämänsä uteliaisuusesineen (*curiosity object*). Heidän tutkimuksessaan yksinkertainen uteliaisuusesine sijoitettiin pöydälle muutaman metrin päähän julkisesta, kosketuksella toimivasta näytöstä. Esineessä olleesta painikkeesta aktivoitiin julkisen näytön vuorovaikutustila, ja saman tilan kykeni aktivoimaan ilman esinettä koskettamalla näyttöä suoraan. Houbenin ja Weichelin tutkimuksessa ensimmäisenä testipäivänä ilman uteliaisuusesineä yksikään 861:stä ohikulkijasta ei ollut vuorovaikutuksessa näytön kanssa, kun taas seuraavana päivänä uteliaisuusesineen ollessa käytössä 825:stä ohikulkijasta peräti 81 henkilöä päätyi kokeilemaan sovellusta.

Liiketunnistusta hyödyntävillä sovelluksilla on kuitenkin muihin modaliteetteihin verrattuna yksi merkittävä etu – ne kykenevät havainnoimaan ympäristöään ja tunnistamaan ohikulkijat, vaikka ohikulkijat eivät käyttäisikään sovellusta. Tämä luo uudenlaisia mahdollisuuksia käyttäjien uteliaisuuden herättämiseen. Näytölle voidaan luoda esimerkiksi peilikuva ohikulkevasta henkilöstä, ja viestiä voidaan vahvistaa myös ääniärsykkeillä. Näin elekäyttöliittymissä ei välttämättä tarvita ulkoisia houkuttimia, eikä kaikissa järjestelmissä ole sellaisille välttämättä edes tilaa.

Eleisiin saattaa liittyä myös kulttuurillisia haasteita. Efron (1941) havaitsi tutkiessaan italialaisia Yhdysvaltoihin muuttaneita lapsia, että italialaiset käyttivät keskenään paljon laajempaa elekirjastoa kuin yhdysvalloissa syntyneet lapset. Osa eleistä sisälsi niin selkeitä merkityksiä, ettei niiden tueksi vaadittu edes puhetta. Vastaaviin tuloksiin päätyivät myös Iverson et al (2008). Kulttuurien ja kielten väliset erot eleiden käytössä saattavat rajoittaa erityisesti monimutkaisten eleiden ymmärrettävyyttä.

Lisäksi kulttuurierot luovat myös selkeämpiä rajoituksia. Useimmissa maissa arkisena pidetyllä eleellä voi toisaalla olla negatiivinen tai jopa loukkaava merkitys. Tähän joukkoon kuuluvat esimerkiksi sormella osoittaminen ja avoimen kämmenen näyttäminen toiselle henkilölle, sekä niinkin hyvántahtoiseksi tarkoitettut eleet kuin peukalomerkki sekä ns. okei-merkki, jossa peukaloa ja etusormea koukistamalla muodostetaan ympyrä (Nine MSN, 2009). Kyseiseen ongelmaan törmäsivät muun muassa Wachs et al (2011).

Länsimaissa pahimmilta kulttuurierojen synnyttämiltä ongelmilta todennäköisesti välttytään, mutta laajempaan levitykseen pyrkiviin elekäyttöliittymiin voidaan joutua tekemään aluekohtaisia muutoksia. Toisaalta on kuitenkin otettava huomioon viime vuosien ja oletettavasti myös tulevaisuuden voimakas globalisoituminen. Globalisoitumisen seurauksena kulttuurit ja tavat sekoittuvat, ja yleensäkin ihmisten tietoisuus esimerkiksi erilaisten järjestelmien lähtökohdista kasvaa. Näin ollen muussa kontekstissa epäkohteliaaksi tulkittua elettä ei välttämättä pidetä epäkohteliaana elekäyttöliittymien yhteydessä.

Turk ja Kölsch (2003) huomauttavat, että vuorovaikutusmekaniikkojen suunnittelussa tulisi ottaa huomioon käyttökonteksti ja ihmisten vaihtelevat ominaisuudet. Liikuntarajoitteisilla, lapsilla ja vanhuksilla voi olla erilaisia mieltymyksiä ja vaatimuksia järjestelmille. Rajoitukset pitävät erityisen hyvin paikkansa elekäyttöliittymien kohdalla, sillä ne asettavat tavallista enemmän nimenomaan fyysisiä vaatimuksia käyttäjilleen. Järjestelmästä riippuen käyttäjien on kyettävä esimerkiksi seisomaan ja kävelemään, sekä muodostamaan raajoillaan erilaisia asentoja. Näin osa liikuntarajoitteisista sekä vanhuksista rajautuvat potentiaalisten käyttäjien ulkopuolelle. Vanhuksilla lisäksi heikentynyt reaktiokyky sekä näkö vaikeuttavat järjestelmien käyttöä. Vaatimuksia voidaan lieventää cursoripohjaisella

järjestelmällä, jolloin perustoimintojen suorittamiseen tarvitaan vain yksi liikkumiseen kykenevä käsi.

Elekäyttöliittymissä on muihin modaliteetteihin nähden erityinen ongelma: niiden käytön aikana eleitä tapahtuu kahdella eri tasolla. Yhdellä tasolla käyttäjät tekevät tietoisia eleitä kontrolloidakseen sovellusta, ja toisella tasolla he tekevät alitajuisia eleitä esimerkiksi puhuessaan toiselle käyttäjälle tai suorittaessaan jotain sovellukseen liittymätöntä toimintoa. Ashbrook ja Starner (2010) toteavat, että sovelluksen kontrollointiin käytettävät eleet eivät saisi olla ristiriidassa ympäristön arkisten eleiden kanssa, jotta sovellus ei tulkitseisi ei-tarkoituksellisia komentoja.

Long, Landay ja Rowe (1999, 2001) tutkivat kosketusnäytöille tarkoitettuja eleitä ja havaitsivat, että käyttäjillä on usein vaikeuksia muistaa eleitä. He päättelivät, että eleiden tulisi olla riittävän yksinkertaisia ja pohjautua jonkinlaiseen reaali maailman metaforaan, joka auttaisi käyttäjiä muistamaan eleet ja niiden aiheuttamat toiminnot. Samaan päätelmään päätyivät Stern et al (2008). Myös Jin et al (2004) hyödynsi reaali maailmaan pohjautuvia metaforia GIA-piirto-ohjelmassaan. GIA:n piirtoeleet osoittautuivat käytettävyydeltään hyviksi niin vasta-alkajille kuin kokeneemmillekin käyttäjille.

Song et al (2012) kirjoittavat, että eleohjauksessa haasteena on eleiden jatkuvuus. Käyttäjältä sovellukseen kulkeva syöte on jatkuvaa, riippumatta siitä, onko käyttäjä suorittamassa eleitä vai ei, ja tämä luo sekä suunnittelu- että teknisiä haasteita. Vastaavaan ongelmaan törmätään myös esimerkiksi puhekäyttöliittymissä, mutta perinteisemmissä, graafisissa käyttöliittymissä vastaavaa ongelmaa ei juuri ole. Näppäimistöä käytettäessä painikkeen painamisella on selkeä alku ja loppu, ja kosketusnäytöillä näytön koskeminen aloittaa ja sormen nostaminen lopettaa komennon. Sen sijaan liiketunnistuksessa, esimerkiksi käyttäjän halutessa tehdä kädellään ympyrän, hän todennäköisesti nostaa ensin kätensä ylös parhaaksi katsomaansa paikkaan, josta aloittaa ympyrän muodostamisen. Teknisestä näkökulmasta on käytännössä mahdotonta päätellä, mihin niinsanottu ”tahaton” liike loppuu ja mistä ympyrän muodostus alkaa, ainakin siihen asti, kunnes ympyrä on kokonaan muodostettu. Mikäli sama järjestelmä sattuu sisältämään muita yksinkertaisia eleitä, on lisäksi vaarana, että ympyrää vielä muodostaessaan käyttäjä tulee vahingossa suorittaneeksi jonkin muun eleen. Näin ollen komentoja laukaisevien eleiden tulee olla riittävän erilaisia, mikä osaltaan luo rajoituksia suunnittelulle. Lisäksi rajoitus luo potentiaalisen ristiriidan, sillä eleiden olisi hyvä olla yhdistettävissä fyysiseen vastineeseensa, eikä tämä välttämättä onnistu, mikäli eleistä pitää tehdä huomattavan erilaisia.

Karam ja schraefel (2005) jatkavat Songin ja muiden määrittelemistä ongelmista kertomalla, että tietokoneilla on vaikeuksia prosessoida samanaikaisesti tapahtuvia yksittäisiä eleitä. Ongelma on läsnä erityisesti elekäyttöliittymissä, joissa ei käytetä erillisiä ohjaimia. Lisäksi liiketunnistusteknologian toimivuuteen voivat vaikuttaa

esimerkiksi käyttäjän kantamukset, vaatetus tai niinkin yllättävä tekijä kuin ihonväri. Vaikeudet elekäyttöliittymien suunnittelussa johtuvatkin edelleen osittain teknologian rajoituksista.

Hardy et al (2011) havaitsivat käsillä ohjattavaa sovellusta tutkiessaan, että käyttäjät usein kokeilivat hienovaraisia muutoksia eleitä tehdessään. He saattoivat esimerkiksi osoittaa näyttöä etusormellaan tai laittaa kämmenen nyrkkiin tai kokonaan avoimeksi. Eleiden onnistuessa he yleensä jatkoivat kämmenen pitämistä samassa asennossa, ja vastaavasti jatkoivat hienovaraisilla muutoksilla kokeilua, kun syötteet eivät menneet perille oikein. Tutkittava järjestelmä ei todellisuudessa välittänyt kämmenen asennosta, vaan huomioi vain suunnan, johon käsi yleisesti osoitti. Sinänsä nämä hienovaraiset kokeilut eivät haittaa, mutta käyttäjien mahdollisesti laajemmassa mittakaavassa tekemät vastaavanlaiset virheelliset päättelyketjut voivat tietyissä järjestelmissä johtaa väärinkäsityksiin. Esimerkiksi eleen toimiessa juuri silloin, kun käyttäjä vaihtaa kämmenen asentoa, voi hän virheellisesti päätellä kämmenen asennon olleen olennainen tekijä eleen onnistumisessa, ja keskittää täten huomionsa kämmeneen eikä niihin toimiin, jotka todellisuudessa ovat eleen onnistumisen kannalta merkityksellisiä.

Samassa tutkimuksessa Hardy et al havaitsivat, että toisinaan käyttäjät alkoivat tekemään eleitä nopeammin ja voimakkaammin, jos eleet eivät tuntuneet menevät perille. Erityisen mielenkiintoinen huomio oli, että mikäli tämä voimakkaampi elehtiminen ei tuottanut toivottua tulosta, käyttäjät eivät siltikään välttämättä palanneet alkuperäiseen taktiikkaan, joka oli alunperin toiminut, vaan sinnikkäästi jatkoivat voimakkaampien eleiden suorittamista.

2.4. Julkiset järjestelmät sosiaalisena ympäristönä

Yleisön vaihteleva käyttäytyminen julkisten näyttöjen läheisyydessä on seurausta monista tekijöistä, kuten näytön koosta ja sijainnista sekä näytön sisällöstä. Oman haasteensa tuovat lisäksi esimerkiksi ihmisten ujous, pelot ja ennakkoluulot. Muiden ihmisten läsnäollessa voidaan pelätä esimerkiksi itsensä nolaamista, jos käyttäjä tuntee, ettei osaakaan käyttää sovellusta. Toisaalta voidaan pelätä myös laitteiston rikkoutumista.

Ojalan ja muiden (2012) mukaan sijainnilla on merkittävä vaikutus sovelluksen käytön määrään ja pituuteen. Ihmiset ovat kiinnostuneempia käyttämään sovelluksia ympäristöissä, joissa he ovat yleensä rentoutuneita eivätkä ole kiireessä. Tällaisia paikkoja ovat esimerkiksi vapaa-ajan tilat, kuten uimahallit. Töihin tai bisnekseen liittyvissä tiloissa käyttö jää vähäisemmäksi. Ojalan ja muiden mukaan ihmisillä on lisäksi taipumus käyttää sovellusta pareina tai ryhmissä. Lisäksi käyttäjät eivät aina uskaltaneet käyttää sovellusta, koska ajattelivat sen häiritsevän muita, tai he pelkäsivät jollain tavalla häiritsevänsä sovelluksen toimintaa.

Huang et al. (2008) havaitsivat, että julkisissa tiloissa yleisö ei usein jää käyttämään sovellusta, koska näyttö ei ole samassa linjassa ihmisten kulkusuunnan kanssa. Näin

ollen Huang et al. suosittelevat näytön sijoittamista niin sanotusti ihmisten ”tielle”. Tällöin ohikulkijat kiinnittävät todennäköisemmin huomiota näyttöön, koska he joutuvat tekemään erillisiä toimia näytön ohittamiseksi.

Brignull ja Rogers (2003) esittelevät hunajapurkki (*honeypot*) –efektin. Hunajapurkki-efekti on sosiaalinen ilmiö, jossa näytön läheisyydessä olevat ihmiset kiinnostuvat näytöstä muiden ihmisten seisoessa sen lähellä. Tämä luo näytön ympärille sosiaalisen ympäristön, jossa ihmiset viestivät olevansa kiinnostuneita näytöstä sekä myös olevansa avoimia sosiaaliselle vuorovaikutukselle. Käytännössä tämä tarkoittaa, että haasteellisinta on alku – pienen yleisön keräämisen jälkeen muut ihmiset kiinnostuvat näytöstä helpommin. Tutkijat ovat hunajapurkki -efektistä varsin yksimielisiä, ja siihen ovat Brignullin ja Rogersin lisäksi törmänneet muun muassa Ojala et al (2012) ja ten Koppel et al (2012).

Hardy et al (2011) havaitsivat, että kun käyttäjät olivat aiemmin kokeilleet sovellusta ja näin tulleet tietoisiksi sen käytöstä, he olivat halukkaampia käyttämään sovellusta uudelleen ja kertomaan sovelluksesta myös muille. Tämän voidaan olettaa johtuvan siitä, että aiempi käyttökokemus on poistanut käyttäjien epävarmuuden. Lisäksi Hardy et al havaitsivat, että ryhmässä, jossa osa käyttää sovellusta ja osa ei, sovellusta käyttämättömät ihmiset kyllästyivät nopeammin. Nämä henkilöt saattoivat poistua paikalta, jolloin sovellusta käyttävät, samaan ryhmään kuuluvat henkilöt yleensä lopettivat sovelluksen käytön ja liittyivät takaisin ryhmään. Näin ollen ryhmävuorovaikutuksen ja mahdollisimman monen samanaikaisen käyttäjän tukeminen olisi tärkeää.

Ten Koppel et al (2012) tutkivat yleisön käyttäytymistä muuttamalla näyttöjen asettelua. Jokaisella käyttäjällä oli oma näyttö, ja viereisten näyttöjen kulmat ja sijoittelu vaikuttivat yleisön käytökseen. Asettamalla näytöt kuusikulmion muotoon, eli siten, että käyttäjä näkee viereisistä näytöistä vain hieman, voitiin havaita ihmisten olevan vähemmän vuorovaikutuksessa keskenään. Näyttöjen kovera asettelu johti pienemmästä käyttötilasta johtuen samanaikaisten käyttäjien määrän pienenemiseen. Näyttöjen asettelu lineaarisesti vierekkäin johti voimakkaimpaan honeypot –efektiin. Tämän voidaan olettaa johtuvan siitä, että kyseisellä asettelulla myös ulkopuoliset henkilöt näkivät näytöt ja niitä käyttävät ihmiset paremmin.

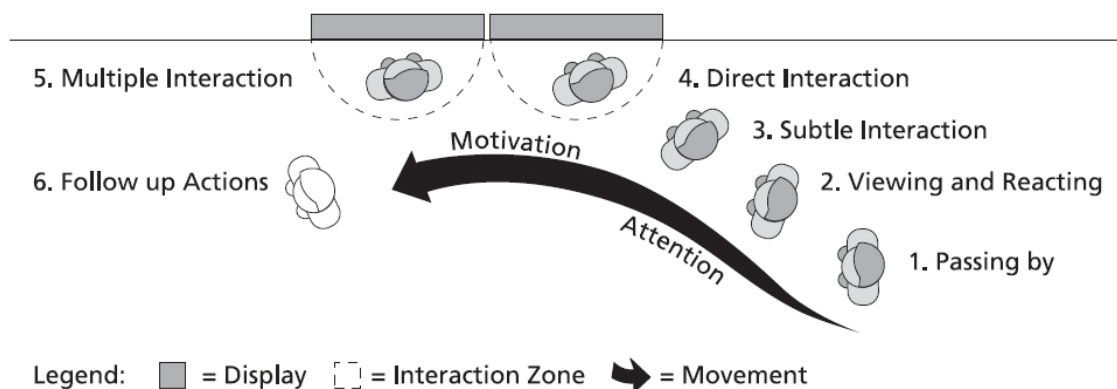
Reeves et al (2005) erottelivat kaksi kanavaa, joiden kautta informaatio liikkuu käyttäjän ja järjestelmän välillä: manipulaatiot (*manipulations*) ja seuraukset (*effects*). Manipulaatioilla viitataan käyttäjän vuorovaikutuksen aikana tekemiin eleisiin, ja seurauksilla taas näkyvään palautteeseen, joka seuraa käyttäjän tekemistä manipulaatioista. Perry et al (2010) toteavat, että hyvin näkyviä manipulaatioita hyödyntävät järjestelmät saattavat synnyttää kokemattomissa käyttäjissä epäluuloja, mutta ne toisaalta edistävät sosiaalista oppimista, koska järjestelmän käyttöä seuraavat henkilöt voivat oppia käytön helpommin.

Julkisten sovellusten sosiaalisiin haasteisiin kyetään vastaamaan kohtuullisen hyvin. Osa ongelmista johtuu selkeästi käyttäjien kokemattomuudesta ja siitä seuraavasta epävarmuudesta. Näiden ongelmien voidaan olettaa vähentyvän ajan kuluessa, kun ele- ja muut käyttöliittymät julkisilla paikoilla yleistyvät, ja toisaalta taas liiketunnistus tulee vahvemmaksi osaksi arkikäyttöä kotitalouksissa. Lisäksi epävarmuutta voidaan lieventää selkeillä ja toiminnoiltaan riittävän yksinkertaisilla sovelluksilla. Muita sosiaalisia haasteita voidaan pyrkiä ratkaisemaan järjestelmien järkevällä sijoittelulla ja tukemalla useita samanaikaisia käyttäjiä.

2.4.1. Vuorovaikutuksen tasot

Toisin kuin monen muun teknologian käytössä, julkisten näyttöjen vuorovaikutus ei ala järjestelmän käytöstä. Sen sijaan vuorovaikutus alkaa jo aiemmin, kun potentiaalinen käyttäjä kulkee näytön läheltä. Useat tutkimukset ovat pyrkineet tunnistamaan julkisiin näyttöihin kohdistuvan vuorovaikutuksen tasot.

Müller et al (2010) esittelevät kuusiportaisen mallin, jossa edetään järjestyksessä tasolta tasolle (kuva 7). Ensimmäisellä tasolla ihmiset yksinkertaisesti ohittavat näytön, eikä heillä tässä vaiheessa ole aikomuksena ryhtyä vuorovaikutukseen näytön kanssa. Toisessa vaiheessa ihmiset yleensä huomaavat näytön, ja osoittavat tämän esimerkiksi kääntämällä päätään näyttöä kohti. Kolmas vaihe on niin sanotun hienovaraisen vuorovaikutuksen vaihe, jolloin käyttäjä voi esimerkiksi heilauttaa kättään nähdäkseen, miten sovellus reagoi siihen. Neljännessä eli suoran vuorovaikutuksen vaiheessa käyttäjä perehtyy sovelluksen toimintaan syvällisemmin, ja yleensä viimeistään tässä vaiheessa siirtyy lähemmäs näyttöä, usein suoraan sen eteen. Viides vaihe on usean vuorovaikutuskerran vaihe, jos esimerkiksi näyttöjä on useampia, tai jos käyttäjä poistuu hetkeksi ja palaa käyttämään näyttöä myöhemmin. Kuudes ja viimeinen vaihe sisältää käytön jälkeiset jatkotoimenpiteet – käyttäjät voivat esimerkiksi ottaa kuvia sovelluksen käytöstä tai kertoa sovelluksesta muille.



Kuva 7. The Audience Funnel (lainaus Müller et al, 2010).

Müller et al argumentoivat, että esitellyillä tasoilla on kynnysarvo, joka on ylitettävä, jotta käyttäjä siirtyisi seuraavalle tasolle. Esimerkiksi kaikki ohikulkevat ihmiset eivät katso näyttöön päin, ja toisaalta taas kaikki näyttöä katsovat eivät etene seuraavaan vaiheeseen, vaan kävelevät järjestelmän ohitse. Näin ollen järjestelmän tulisi motivoida käyttäjää syvempään vuorovaikutukseen.

Vogel ja Balakrishnan (2004) lähestyvät vuorovaikutustasoja hieman eriävistä näkökulmasta. Heidän testaamansa sovellus vaihtoi sekä sisältöään että käytettäviä vuorovaikutustekniikoita sen mukaan, missä tasossa sovellus päätteli käyttäjän kulloinkin olevan.

Ambient Display Phase. Ensimmäisellä tasolla sovellus näyttää yleistä informaatiota, kuten säätietoja ja julkisia tapahtumakalentereita. Käyttäjien on tarkoitus saada nopeasti yleiskuva sovelluksen sisällöstä.

Implicit Interaction Phase. Järjestelmä tarkkailee ohikulkijan ”avoimuutta” – jos käyttäjä esimerkiksi pysähtyy ja kääntyy näyttöä kohti, siirrytään toiseen vaiheeseen, ja sovellus muuttaa hienovaraisesti esittämäänsä sisältöä.

Subtle Interaction Phase. Kun käyttäjä astuu lähemmäs näyttöä ja esimerkiksi pysähtyy, siirrytään kolmanteen, eli hienovaraisen vuorovaikutuksen vaiheeseen. Tällöin sovellus näyttää informaatiota tarkemmassa muodossa, ja saattaa sekoittaa yleistä tietoa käyttäjän omilla tiedoilla, kuten esimerkiksi kalenteriin merkatuilla menoilla. Viimeistään tässä vaiheessa käyttäjä siirtyy implisiittisestä vuorovaikutuksesta eksplisiittiseen, ja vuorovaikutus tapahtuu käsieleillä sekä yksinkertaisilla kehon liikkeillä.

Personal Interaction Phase. Viimeisessä, eli henkilökohtaisen vuorovaikutuksen vaiheessa käyttäjä siirtyy aivan näytön eteen ja muodostaa näin oman henkilökohtaisen tilansa. Päävuorovaikutuskeino tässä vaiheessa on kosketusnäytön hyödyntäminen. Vogel ja Balakrishnan argumentoivat, että käyttäjän kyetessä peittämään osan näytöstä kehollaan, voidaan tiettyyn pisteeseen asti näyttää myös henkilökohtaisia tietoja.

Vuorovaikutusmalleista riippumatta on selvää, että järjestelmän tulee motivoida käyttäjää tarpeeksi, jotta käyttäjä syventyisi aina seuraavalle tasolle. Elekäyttöliittymät voivat liiketunnistusteknologiansa avulla pyrkiä houkuttelemaan käyttäjiä vuorovaikutukseen eri tavoin jo silloin, kun potentiaalinen käyttäjä havaitaan järjestelmän läheisyydessä. Jo yleistyneet kosketusnäytölliset järjestelmät eivät kykene samaan ilman erillistä liiketunnistustekniikan integrointia.

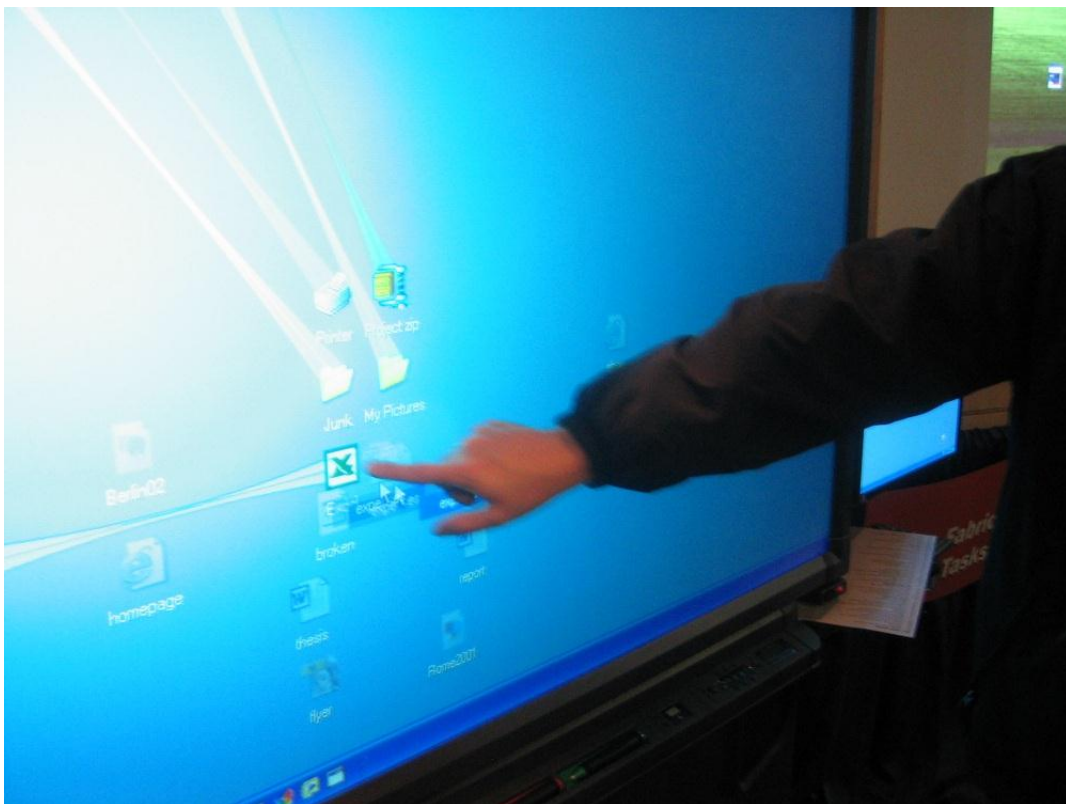
2.5. Kohteen saavuttamisen avustavat menetelmät

Kohteen saavuttamisella tarkoitetaan prosessia, jossa käyttäjä pyrkii viemään hallitsemansa kursorin haluamaansa kohteeseen. Yleensä kohteet ovat esimerkiksi painikkeita, joiden valitseminen suorittaa jonkin toiminnon. Toisinaan kohteet ovat niin laajalla alueella, että niiden välillä liikkuminen vie aikaa, tai ne ovat niin lähellä toisiaan, että oikean kohteen valitseminen on hankalaa. Tällaisissa tapauksissa erilaiset

avustavat menetelmät voivat tehostaa sovelluksen käyttöä. Tutkielman aiemmissa luvuissa on tuotu esiin, kuinka elekäyttöliittymät poikkeavat uudenlaisen ohjaustapansa ja fyysisen palautteen puuttumisen vuoksi merkittävästi muista modaliteeteista, jolloin niiden käyttö varsinkin aloittelijalle saattaa olla normaalia hankalampaa. Tästä syystä avustavien menetelmien tutkiminen ja hyödyntäminen on erityisen perusteltua juuri elekäyttöliittymissä.

Kohteen saavuttamisen avustavat menetelmät ovat keskittyneet lähinnä perinteiseen käyttöympäristöön, eli hiireen ja sen kursorin liikuttamiseen. Tekniikoita voidaan jossain määrin hyödyntää missä tahansa modaliteetissa, jossa kyetään liikuttamaan kursoria, kuten katseohjauksessa, mutta sellaisenaan kaikki tekniikat eivät ole sovellettavissa.

Kosketusnäytöille suunnitellut Drag-and-pop ja Drag-and-pick –tekniikat (Baudisch et al, 2003) tuovat kohteet lähemmäs liikutettavaa elementtiä sen perusteella, mihin suuntaan ollaan liikkumassa (kuva 8). Laajalla kosketusnäytöllä, tai useilla yhdistetyillä näytöillä, kohteita jouduttaisiin pahimmillaan raahaamaan jopa useita metrejä, ja kyseiset tekniikat pyrkivät ratkaisemaan tämän ongelman.



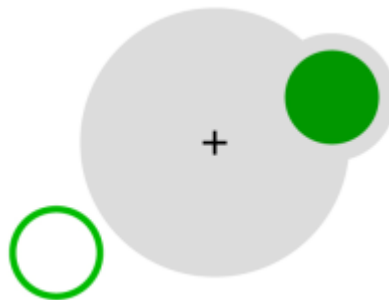
Kuva 8. Drag-and-pop –tekniikka suurella kosketusnäytöllä.

Drag-and-pop ja Drag-and-pick –tekniikoiden lähtökohdat rajoittavat niiden soveltamista muualle. Kyseisissä tekniikoissa olennaista on, että elementit ovat siirreltäviä, niille voi suorittaa useita toimintoja, ja ennen kaikkea elementit voivat olla vuorovaikutuksessa toistensa kanssa. Esimerkiksi tiedoston voi siirtää kansioon sisään ja

dokumentin voi avata haluamallaan ohjelmalla siirtämällä kohteen toisen elementin päälle. Lisäksi tekniikoissa on vaikeaa päätellä, onko käyttäjän tarkoitus olla vuorovaikutuksessa lähellä vai kaukana olevien kohteiden kanssa. Niinpä kaukaa lähemmäksi tuodut kohteet voivat hankaloittaa niiden kohteiden valintaa, jotka ovat jo valmiiksi lähellä. Cursoripohjaisissa järjestelmissä, joissa ei ole tarvetta siirtää kohteita paikasta toiseen, eivät kyseiset tekniikat ole perusteltuja.

Kabbashin ja Buxtonin (1995) aluekursori (*area cursor*) oli ensimmäisiä tekniikoita, jotka muuttivat hiiriohjauksessa käytettävän kursorin perusominaisuuksia. Aluekursorissa luovuttiin perinteisen kursorin osoituspisteestä, ja sen sijaan laajennettiin kursori kokonaiseksi suorakulmaiseksi alueeksi. Halutun kohteen valintaan riitti, kun kohde kosketti kursorialuetta. Aluekursori osoittautui tehokkaaksi erityisesti valittaessa pieniä kohteita. Tehokkuus kuitenkin kärsi kohteiden tihentyessä, sillä staattisen alueen sisällä saattoi olla samanaikaisesti useita kohteita. Tällöin käyttäjät kokivat kursorin käyttäytyvän arvaamattomasti. Worden et al. (1997) kehittivät aluekursoria edelleen. Wordenin ja muiden versiossa useita samanaikaisia kohteita sisältäessään aluekursori käyttäytyi enemmän tavallisen kursorin tapaan – tällöin kursorin keskipisteeseen osunut kohde tulkittiin aktiiviseksi.

Hienostuneemman ratkaisun samaan ongelmaan tarjosivat Grossman ja Balakrishnan (2005) kuplakursorillaan (*bubble cursor*). Kuplakursorin oivallus oli muuttaa suorakulmainen alue ympyräksi, ja tehdä ympyrän koosta dynaaminen. Kuplakursori muuttaa kokoaan siten, että kursoria lähinnä oleva elementti on aina alueen sisällä, eikä muita elementtejä ole koskaan samanaikaisesti alueella (kuva 9).



Kuva 9. Grossmanin ja Balakrishnanin kuplakursori.

Guiard et al (2004) esittelevät Object Pointing -tekniikan. Object Pointingissa on tavallisen, hiireä seuraavan kursorin lisäksi ns. ”timorous cursor” (*Tim*). Tim siirtyy automaattisesti objektista toiseen ja hyppää objektien välissä olevan tilan yli. Objektin sisällä ollessaan Tim liikkuu normaalisti perinteisen kursorin mukana, ja objektista ulos siirryttäessä seuraava objekti valitaan kursorin suunnan perusteella. Vuorovaikutus objektin kanssa katsotaan Timin, eikä tavallisen kursorin, perusteella.

Parkerin ja muiden (2005) TractorBeam-vuorovaikutustekniikassa pöydälle heijastettavan näytön kursoria ohjataan stylus-kynän avulla. Stylus-kynää käytetään

ilmassa, ja kursori ilmestyy siihen kohtaan näyttöä, johon stylus osoittaa. Stylus-kynässä olevalla painikkeella tehdään samat valinnat kuin perinteisellä hiiren painikkeella. Parker et al testasivat TractorBeamia kolmella avustavalla tekniikalla:

Expand-cursor. Kursorin siirtyessä riittävän lähelle kohdetta, piirretään kursorin ympärille kehä, joka kasvaa edelleen kohdetta lähemmäs siirryttäessä. Kohteen valinta voidaan suorittaa jo silloin, kun kehä leikkaa valittavaa kohdetta.

Expand-target. Kursorin siirtyessä riittävän lähelle kohdetta, kasvatetaan kohteen kokoa, joka kasvaa edelleen kursorin siirtyessä lähemmäs kohdetta. Näin sen alueen pinta-ala kasvaa, jonka sisällä kohteen valinta voidaan vahvistaa.

Snap-to-target. Kun kursori siirtyy riittävän lähelle kohdetta, siirretään kursori automaattisesti kohteen keskelle. Kursori siirtyy pois kohteesta vasta, kun stylus-kynän osoituskohta siirretään riittävän kauas kohteesta.

Parkerin ja muiden testeissä kaikki kolme tekniikkaa osoittautuivat paremmaksi vaihtoehdoksi kuin sovelluksen käyttö ilman niitä. Snap-to-target –tekniikka osoittautui nopeimmaksi ja käyttäjät kokivat sen miellyttävimmäksi. Snap-to-target oli kuitenkin hieman virhealttiimpi kuin muut tekniikat.

Kobayashi ja Igarashi (2008) esittelevät ninjakursorit (*ninja cursors*). Kyseisessä tekniikassa kontrolloidaan useaa tavallista kursoria samanaikaisesti samalla hiirellä niin, että kursorit on sijoitettu eri puolille näyttöä tai näyttöjä. Mikäli hiirtä liikutettaessa useampi kuin yksi kursori on osumassa kohteeseen, valitaan aktiiviseksi se kursori, joka osuu kohteeseen ensimmäisenä. Muut kursorit siirretään odotustilaan, ja niistä seuraava siirtyy oman kohteensa päälle, kun alkuperäinen aktiivinen kursori siirtyy pois kohteestaan. Kobayashin ja Igarashin testeissä ninjakursorit toimivat useissa tapauksissa tavallista yksittäistä kursoria tehokkaammin. Tehokkuus kääntyi kuitenkin laskuun, kun samanaikaisten kursorien määrä sekä kohteiden tiheys kasvoi.

Avustavia tekniikoita kohteiden saavuttamisessa on tutkittu kohtuullisen paljon, ja erilaisia tekniikoita on kehitetty suuri määrä. Tässä luvussakin esiteltyjä tekniikoita vertaillen voidaan kuitenkin selvästi huomata samanlaisina toistuvia piirteitä. Tekniikoita voidaan monesti kutsua modaaliteetista riippuen hieman eri nimillä, mutta lopulta kokeillut avustavat tekniikat ovat varsin samanlaisia. Näistä osa on helppo rajata pois elekäyttöliittymiin sopimattomina, mutta osa vaatii syvempää tarkastelua.

Toistaiseksi elekäyttöliittymät keskittyvät raajojen liikeratoihin eivätkä esimerkiksi erillisten sormien liikkeisiin. Tästä syystä kovin tarkalle tasolle eleohjauskursorin ohjauksessa ei toistaiseksi ole tarvetta mennä. Erityisesti suurilla, julkisilla näytöillä käytettävissä elekäyttöliittymissä ei myöskään ole järkevää olla kovin pieniä kohteita, sillä kauempaa katsottuna kohteista voi olla vaikeaa saada selvää. Samasta syystä kohteita ei tulisi olla kovin suurta määrää.

Kursorijärjestelmää hyödyntävien elekäyttöliittymien tapauksessa pohjalla toimii metafora, jossa yksi kursori näytöllä vastaa yhtä käyttäjän kättä. Tältä kannalta ei ole

järkevää käyttää useampaa kuin kahta kursoria, eli ninjakursorien tapaiset ratkaisut voidaan jättää huomiotta. Lisäksi edelleen käsimetafaaraan pohjautuen ei myöskään ole loogista, että kursorit muuttavat kohteiden perusteella kokoaan tai muotoaan. Sen sijaan aputekniikan pitäisi muilla tavoin muuttaa joko kursorin tai kohteiden toimintaa. Näin ollen esimerkiksi Parkerin ja muiden (2005) esittelemä snap-to-target -tekniikka vaikuttaa soveltuvan hyvin elekäyttöliittymiin.

2.6. Kohteen valinta elekäyttöliittymissä

Kohteen valinnan haasteet ovat ominaisia nimenomaan elekäyttöliittymille. Kohteen valinnalla tarkoitetaan esimerkiksi näytöllä olevan painikkeen painamista. Esimerkiksi perinteisessä hiiriohjauksessa tämä tapahtuu hiiren painiketta painamalla, mutta ilman erillisiä apuvälineitä tapahtuvasta eleohjauksesta vastaava funktionaalisuus puuttuu. Tällöin kohteen valintaan on kehitettävä eleillä suoritettava mekanismi.

Hespanhol et al (2012) tutkivat erilaisia tapoja kohteiden valintaan elekäyttöliittymissä. Tutkittuja tapoja oli neljä (taulukko 1). Painallus tapahtui osoittamalla haluttua kohdetta ja työntämällä kättä eteenpäin, ikään kuin kädellä painettaisiin fyysistä objektia. Viipyilyssä kättä pidettiin halutun kohteen päällä hetki, jonka jälkeen valinta vahvistettiin. Viipyilyn käynnistyminen indikoitiin latauspalkilla, jonka täytyttyä aktivointi tapahtui. Lassoamisessa halutun kohteen ympärille piirrettiin kädellä ympyrä. Tarttumisessa osoitettiin haluttua kohdetta ja laitettiin käsi nyrkkiin, ikään kuin kohteesta otettaisiin fyysisesti kiinni.

Ele	Todellisuuteen pohjautuva analogia
Painallus	Fyysisen painikkeen painaminen
Viipyily	Katseen ohjaus – huomion kohdistaminen
Lassoaminen	Päivän merkitseminen kalenterissa
Tarttuminen	Fyysisiin objekteihin tarttuminen ja niiden liikuttaminen

Taulukko 1. Testatut eleet ja esimerkit reaalimaailman skenaarioista, joissa niitä käytetään.

Tutkimukseen osallistuneet henkilöt kokeilivat kaikkia neljää vuorovaikutustapaa satunnaisessa järjestyksessä. Heille ei kerrottu vuorovaikutustapaa etukäteen, vaan heidän tuli selvittää se itse. Vuorovaikutustapojen intuitiivisuutta tutkittiin mittaamalla, kuinka kauan käyttäjillä kesti vuorovaikutustavan keksimisessä. Intuitiivisimmaksi tavaksi osoittautui viipyily, ja Hespanhol et al uskovat tämän johtuvan pitkälti välittömästä ja selkeästä palautteesta, jonka tässä tapauksessa aiheuttaa latauspalkki. Viipyilyn lisäksi tarttuminen opittiin kohtuullisen nopeasti, mutta painallus ja lassoaminen olivat selvästi jäljessä. Myös Salvador ja Romão (2011) päättelivät tutkimuksissaan viipyilyn olevan intuitiivinen tapa kohteiden valintaan.

Hespanholin ja muiden (2012) testeissä vuorovaikutustapojen tehokkuutta mitattiin – vuorovaikutustavan oppimisen jälkeen – kohteiden aktivoinnin onnistumisten määrällä. Viipyily ja tarttuminen olivat intuitiivisuuden lisäksi myös tehokkaimpia, kummankin epäonnistumisten ollessa lähellä nollaa. Painallus oli jonkin verran tehottomampi, ja lassoaminen jäi selvästi muista jälkeen.

Tehokkuutta voidaan kuitenkin mitata myös ajalla, joka kohteen aktivointiin menee, ja tältä kannalta tarttuminen on selvästi viipyilyä tehokkaampi vuorovaikutustapa. Siksi on olennaista ottaa huomioon esimerkiksi kehitettävän järjestelmän käyttötarkoitus ja kohderyhmä. Onko todennäköisessä käyttötapauksessa järjestelmän käyttöaika pitkä vai lyhyt? Tunteeko todennäköinen käyttäjä järjestelmän etukäteen? Julkisissa järjestelmissä käyttöaika on yleensä lyhyt ja käyttäjä on kokematon, joten tältä kannalta intuitiivisuus menee tehokkuuden edelle.

Vogel ja Balakrishnan (2005) käyttivät prototyypissään kahta erilaista valitsemistekniikkaa. AirTap –tekniikassa etusormen painaminen alas vastaa hiiren painikkeen pohjaan painamista, ja etusormen tuominen takaisin ylös kuvaa vastaavasti hiiren painikkeesta irrottamista (kuva 10). ThumbTrigger –tekniikassa vastaavat toimet ovat peukalon painaminen kiinni etusormeen ja peukalon irrottaminen etusormesta (kuva 11). Kummankin tekniikan selkeänä etuna on, että kaksiosainen valintatekniikka mahdollistaa monet samat toiminnot kuin perinteisellä hiirelläkin, kuten kohteiden raahauksen. Käyttäjien tapa toistaa valintaeleitä voivat kuitenkin erota toisistaan niin paljon, että käytön alussa on suoritettava kalibrointi. Tekniikan ja algoritmien kehitys tulee todennäköisesti tulevaisuudessa poistamaan kalibrointivaatimukset, mutta nykymuodossaan vaatimus estää tekniikoiden hyödyntämisen julkisissa järjestelmissä.



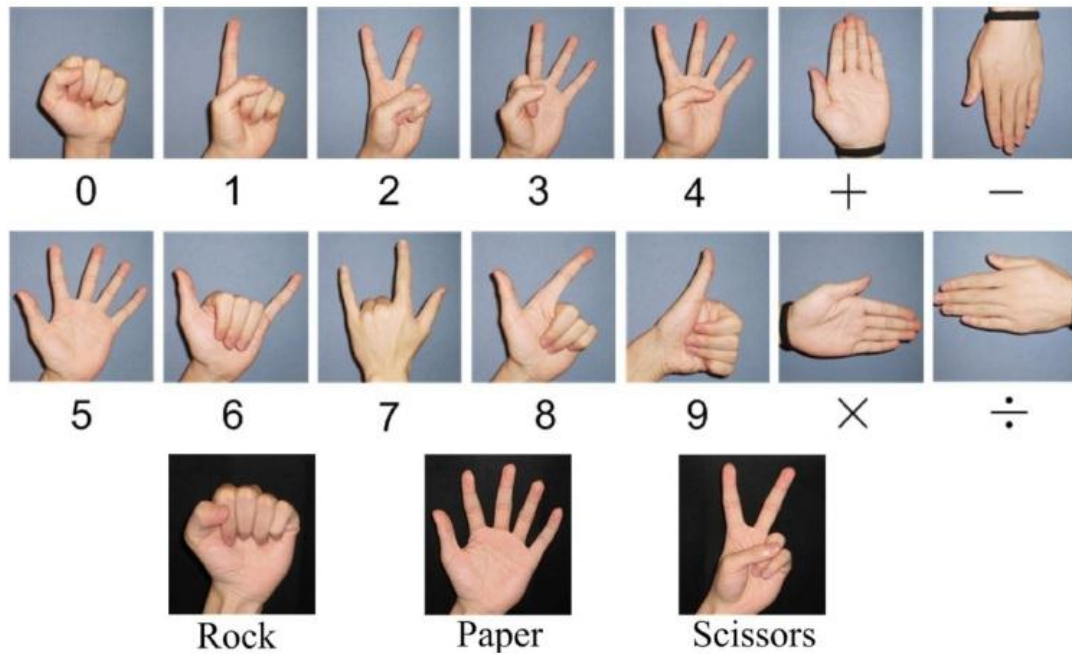
Kuva 10. AirTap –valintatekniikka.



Kuva 11. ThumbTrigger –valintatekniikka.

Ren et al (2011) esittelevät Kinect-laitteen avulla toimivan prototyypin, joka tunnistaa erilaisia aritmeettisia ja muita eleitä 90,6 prosentin varmuudella (kuva 12). Renin ja muiden tutkimus ja prototyypin suhteellisen luotettava eleiden tunnistus antaa viitteitä

siitä, että lähivuosina myös kohteiden valintaan voidaan käyttää yksilöllisempiä, sormien tasolle meneviä eleitä.



Kuva 12. Renin ja muiden (2011) Kinect-laitteella toimivan prototyypin tunnistamia eleitä.

2.7. Yhteenveto

Elekäyttöliittymät erityisesti julkisilla paikoilla ovat haastava ihmisen ja tietokoneen välisen vuorovaikutuksen alue. Ihmisten ujous, pelot, ennakkoluulot, sekä myös epäsuosiolliset, kiireiset käyttöympäristöt ovat monesti esteenä elekäyttöliittymien kokeilulle. Lisäksi elekäyttöliittymät voivat erota suuresti muista käyttöliittymistä, jolloin niiden käyttö koetaan vaikeaksi ja epäintuitiiviseksi. Aiemmissa tutkimuksissa on havaittu, että julkisilla sovelluksilla on vaikeuksia saada käyttäjät kiinnittämään niihin tarpeeksi huomiota. Sovellusta ei huomata joko lainkaan, tai siitä ei olla riittävän kiinnostuneita. Elekäyttöliittymien etuna on, että ne kykenevät tunnistamaan ihmiset jo kaukaa. Tällöin käyttäjää voidaan pyrkiä houkuttelemaan lähemmäs sekä visuaalisilla että auditiivisilla ärsykkeillä.

Kursorijärjestelmän käyttö myös elekäyttöliittymissä on perusteltua useista syistä. Kursorilla käytettävät käyttöliittymät ovat lähes kaikille tuttuja muista modaaliteeteista, ja käden liikkeitä seuraava kursori on metaforisesti looginen konsepti. Lisäksi käyttäjä todennäköisesti havaitsee kursorin ja kykenee tekemään tarvittavat päätelmät jo ensimmäistä kertaa käyttöalueelle astuessaan.

Koko vartaloa hyödyntäviin asentoihin ja eleisiin pohjautuva käyttöliittymä sen sijaan kohtaa useita ylimääräisiä haasteita. Monimutkaisemmilla eleillä voidaan toki suorittaa monimutkaisempia toimintoja ja tehdä näin käytöstä tehokkaampaa, mutta eleet pitää sitä ennen tietää ja opetella kunnolla. Lisäksi käyttöliittymässä on vaikeaa

tuoda esiin oikeita eleitä, tai vähintäänkin ne vievät käyttöliittymästä tilaa muulta informaatiolta. Käyttäjän on myös tehokkaaseen käyttöön päästäkseen muistettava eleet, mikä saattaa vaatia sovelluksen jatkuvaa ja säännöllistä käyttöä. Arkiseen, spontaania käyttöä painottavaan ympäristöön tällainen järjestelmä ei sovi.

Kursoripohjaisissa elekäyttöliittymissä haasteet sijoittuvatkin vuorovaikutuksen syvempään vaiheeseen – miten kursorilla varsinaisesti suoritetaan toimintoja ja miten vuorovaikutustavat tuodaan esiin. Hespanholin ja muiden (2012) viipyily –tekniikka vaikuttaa potentiaaliselta keinolta erityisesti siksi, että tekniikka ei vaadi käyttäjältä uutta elettä tai uuden opettelua. Lisäksi tekniikassa voidaan antaa käyttäjälle välitöntä palautetta esimerkiksi jonkinlaisen täyttyvän palkin tai ympyrän muodossa.

Elekäyttöliittymien uudenvuoden luonteen vuoksi ja ihmisten ennakkoluulojen voittamiseksi on erityisen tärkeää, että eleisiin pohjautuvien sovellusten käyttö olisi helppoa. Muun muassa haptisen palautteen puuttumisen vuoksi pelkästään kursorin ohjaaminen käsieleillä voi olla osalle käyttäjistä haasteellista. Siksi avustavien tekniikoiden kartoitus ja niiden järkevä käyttö on avainroolissa yleisöystävällisten elekäyttöliittymien kehityksessä.

Tutkielmassa esitellyn sovelluksen vuorovaikutus tapahtuu laukaisemalla kursorien avulla erilaisia painikkeita. Painikkeilla ole niiden laukaisun lisäksi muuta toiminnallisuutta eikä niitä ole tarvetta esimerkiksi siirtää paikasta toiseen. Tästä syystä käytettäväksi soveltuu parhaiten sellainen avustava tekniikka, jonka avulla käyttäjä kykenee helpommin viemään kursorin haluamaansa kohteeseen ja pidettyä kursorin tarvittaessa paikallaan. Toisaalta monet tekniikat perustuvat kursorin parametrien, esimerkiksi koon, muunteluun ympäröivien kohteiden perusteella. Elekäyttöliittymissä kursorin koon muuntelu reaaliaikaisesti ei välttämättä ole intuitiivista, sillä kursorit vastaavat näytöllä käyttäjän käsiä, eivätkä käyttäjän kädet luonnollisestikaan muuta kokoaan. Näiden vaatimusten avulla rajaamalla voidaan valita Parkerin ja muiden (2005) snap-to-target –tekniikka potentiaalisesti tutkimuksen kohteeksi.

3. Informaatioseinä

Tässä luvussa esitellään evaluaatiossa käytetty informaatioseinä -järjestelmä kokonaisuudessaan. Aluksi selvitetään kattavasti järjestelmän toiminnallisuudet, jonka jälkeen esitellään järjestelmän tekniset yksityiskohdat.

3.1. Informaatioseinän toiminnallisuudet

Informaatioseinän toiminnallisuudet esitellään alkaen niistä toiminnoista, joihin käyttäjä tutustuu ensimmäisenä sovellusta käyttäessään. Vuorovaikutus alkaa jo silloin, kun potentiaalinen käyttäjä astuu järjestelmän näköalueelle.

3.1.1. Ohikulkijoiden visualisointi

Kun sovellusta ei käytetä, pyrkii sovellus houkuttelemaan ohikulkijoita visuaalisilla ärsykkeillä. Ohikulkevasta henkilöstä piirretään ruudulle läpinäkyvä nelikulmio, joka seuraa henkilöä ja muuttaa kokoaan tämän etäisyyden perusteella (kuva 13). Nelikulmio kasvaa suuremmaksi käyttäjän lähestyessä näyttöä, ja tietyn pisteen ylittyttyä nelikulmio poistetaan ja tilalle avataan informaatiokuutio käyttäjää varten. Ohikulkijoita ei visualisoida silloin, kun järjestelmässä on käyttäjiä, jotta käyttö ei häiriintyisi.



Kuva 13. Ohikulkija, jonka huomio on kiinnittynyt visualisointiin.

Luvussa 2.4.1 esiteltujen vuorovaikutustasojen nojalla (esim. Müller et al, 2010) käyttäjien houkuttelu järjestelmän pariin on tärkeää. Ohikulkijoiden visualisointi on näin ollen perusteltua kahdesta syystä. Visualisoinnilla voidaan varmistaa, että

ohikulkijat yleensäkin huomaavat järjestelmän, ja että sen kanssa voi olla vuorovaikutuksessa. Lisäksi, jotta käyttäjä siirtyisi vuorovaikutustasolta seuraavalle, on tavalla tai toisella herätettävä käyttäjän kiinnostus. Vuorovaikutuksen seuraavan tason voidaan katsoa alkavan informaatiokuution avaamisesta, eli kun käyttäjä on siirtynyt riittävän lähelle järjestelmää. Visualisoinnin välitön palaute ja tietynlainen ”mystisyys” oletettavasti riittää tämän tavoitteen saavuttamiseen. Lisäksi voidaan olettaa, että sama tavoite saavutetaan hunajapurkki-efektin avulla silloin, kun järjestelmässä on käyttäjiä, jolloin erillistä visualisointia ei tarvita.

3.1.2. Käyttöliittymän dynaamisuus

Kalentereiden määrä muuttuu tunnistettujen käyttäjien lukumäärän mukaan. Yhden käyttäjän tapauksessa sovelluksessa näkyy vain yksi kalenteri, joka hyödyntää näytön kokonaan. Toisen käyttäjän tullessa mukaan animoidaan ensimmäinen kalenteri pienemmäksi ja luodaan uudelle käyttäjälle uusi kalenteri, ja vastaavasti yhden käyttäjän poistuessa poistetaan myös kyseisen käyttäjän kalenteri. Käyttäjät voivat sijoittaa käyttöalueen sisällä miten haluavat, ja kalenterit sijoitetaan näytöllä käyttäjien suhteelliseen sijaintiin toisistaan. Esimerkiksi uuden käyttäjän ollessa ensimmäisestä käyttäjästä vasemmalla, luodaan myös uusi kalenteri näytön vasempaan reunaan. Kuvasarjasta 14 nähdään, kuinka järjestelmä toimii toisen käyttäjän astuessa käyttöalueelle:



Kuvasarja 14, vaihe 1. Käyttäjä on yksin käyttöalueella, jolloin käyttäjälle luotu informaatiokuutio käyttää enemmän näytön pinta-alasta.



Kuvasarja 14, vaihe 2. Toinen käyttäjä astuu käyttöalueelle, jolloin alkuperäisen käyttäjän informaatiokuutio alkaa kutistua, ja uudelle käyttäjälle animoidaan uusi kuutio.

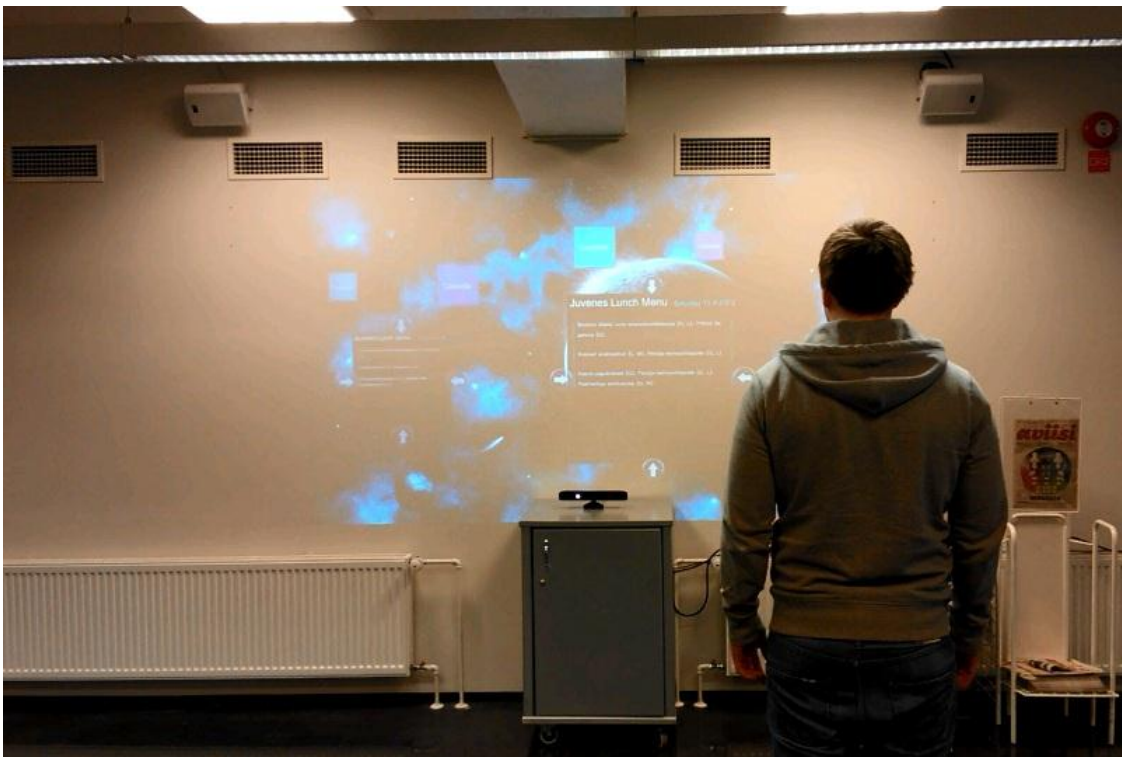


Kuvasarja 14, vaihe 3. Animoinnit on viety loppuun, ja molempien käyttäjien informaatiokuutiot jakavat näytön puoliksi.

Kuvasarja 15 näyttää, miten järjestelmä toimii käyttäjän poistuessa.



Kuvasarja 15, vaihe 1. Käyttäjä on poistumassa käyttöalueelta.



Kuvasarja 15, vaihe 2. Käyttäjä on poistunut, jolloin käyttäjän informaatiokuutio alkaa kutistua, ja jäljelle jääneen käyttäjän kuutio taas kasvaa.



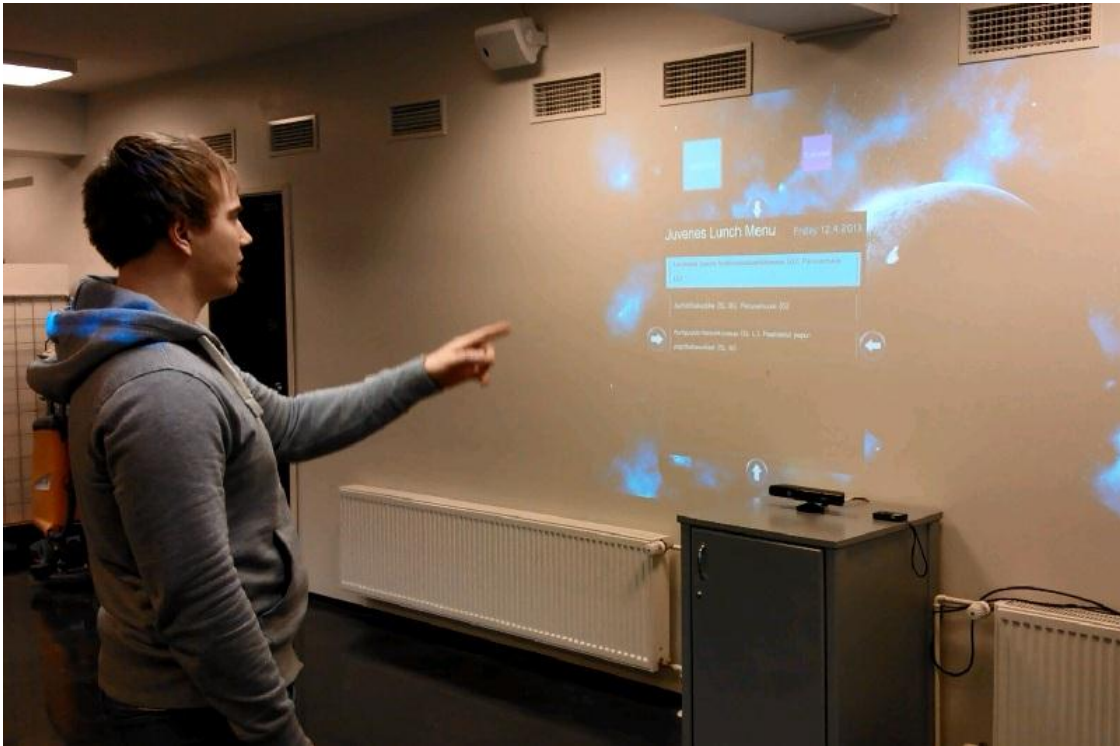
Kuvasarja 15, vaihe 3. Poistuneen käyttäjän informaatiokuutio on poistettu kokonaan, ja jäljelle jäänyt käyttäjä voi jatkaa käyttöä suuremmalla kuutiolla.

Brignull ja Rogers (2003) toteavat, että julkisissa näytöissä sekä käytön aloittamisen että lopettamisen on oltava helppoa. Informaatiotoina ei vaadi kummassakaan tapauksessa käyttäjältä muuta kuin astumista käyttöalueen sisälle tai sen ulkopuolelle. Käytön lopettaminen palauttaa myös poistettavan informaatiokuution alkutilaansa.

3.1.3. Käyttöliittymän perustoiminnot

Ohikulkijoiden visualisoinnissa ja informaatiokuutioiden sijoittelussa olennaista on käyttäjien yleinen sijainti. Muuten vuorovaikutus järjestelmän kanssa tapahtuu osoittamalla käsillä kohti näyttöä. Kummallekin kädelle piirretään näytölle käsinneursorit, jotka liikkuvat aina sinne, minne käyttäjän kädet kulloinkin osoittavat (kuvasarja 16). Helpon seurattavuuden ja miellyttävämmän käyttökokemuksen saavuttamiseksi kursorit animoidaan paikasta toiseen. Lisäksi selkeyden vuoksi jokaisen käyttäjän kursorit ovat hieman eriväriset.

Käyttäjä voi käyttää kumpaa tahansa kättä tahansa, sillä kummatkin kädet toimivat täsmälleen samalla tavalla. Molempien käsien samanaikaista käyttöä ei kuitenkaan tueta, esimerkiksi yhdellä kädellä tapahtuvan informaatiokuution pyörittymisen aikana toisella kursorilla ei voi valita painikkeita. Kursorijärjestelmän avulla kyetään eliminoidaan edellisissä versioissa ja muissakin tutkimuksissa esiin noussut ongelma – kursorien ansiosta käyttäjän ei tarvitse erikseen muistaa tai tietää minkäänlaisia eleitä.



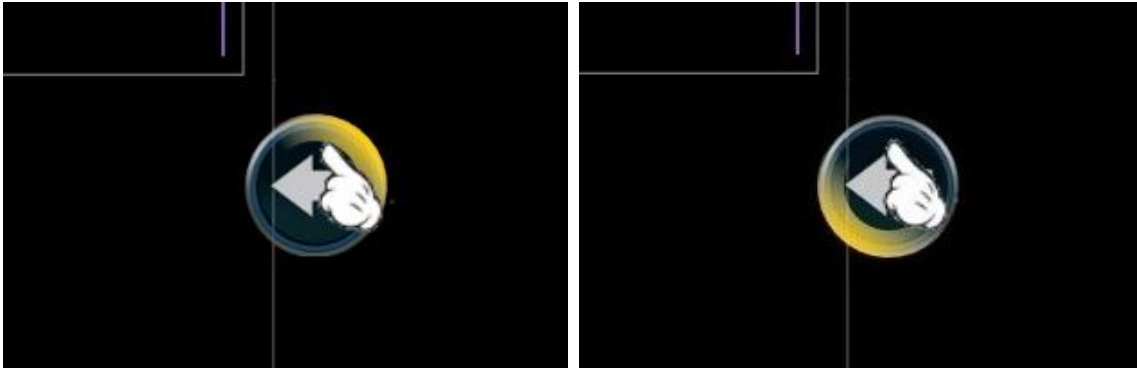
Kuvasarja 16, vaihe 1. Käyttäjä osoittaa kädellään näyttöä, jolloin näytöllä kättä vastaava kursori siirtyy osoituspisteen mukaan.



Kuvasarja 16, vaihe 2. Käyttäjä ohjaa kättään alemmas, jolloin kursori liikkuu alas käden mukana.

Kursorien avulla kyetään laukaisemaan erilaisia toimintoja painikkeiden kautta. Painikkeet valitaan viipyily-tekniikalla, jossa painikkeen valitsemiseksi kursoria

pidetään hetki painikkeen päällä. Valinnan latautuminen visualisoidaan painikkeen päälle ilmestyvällä ympyräanimaatiolla (kuvasarja 17). Animaation kierrettyä kerran ympäri painikkeen toiminnallisuus laukaistaan.



Kuvasarja 17, vaiheet 1 ja 2. Kursorin kulkiessa painikkeen päälle, ilmestyy painikkeeseen pyörivä animaatio, jonka loputtua painikkeen toiminnallisuus laukaistaan.

3.1.4. Liimakursori

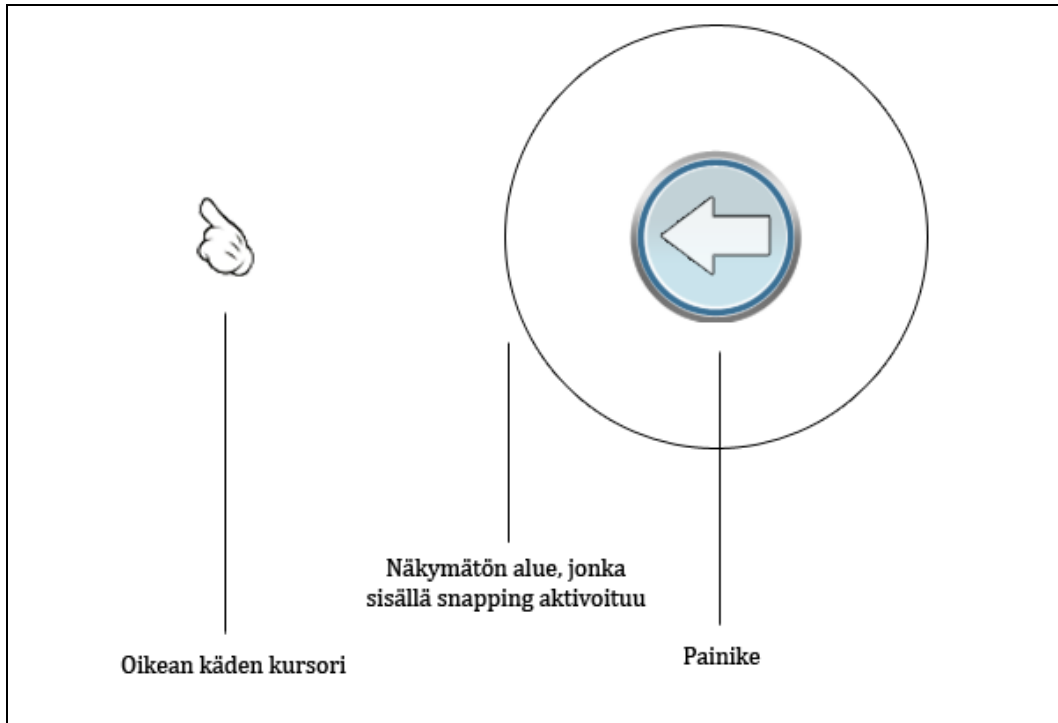
Painikkeiden aktivointia ja valintaa pyritään helpottamaan mukautetulla liimakursori-tekniikalla. Tekniikassa ideana on, että käyttäjän ohjaama kursori siirtyy automaattisesti lähellä olevaan painikkeeseen.

Liimakursorille asetetaan parametrina pikseliarvo. Jos kursorin etäisyys lähimmästä painikkeesta on pienempi kuin annettu pikseliarvo, liimaus aktivoituu ja kursori siirtyy automaattisesti painikkeen päälle. Käytännössä siis jokaisen kohteen ympärille muodostuu näkymätön alue, jonka sisälle kulkiessaan kursori aktivoi kyseiseen kohteeseen tarttumisen. Alueiden ulkopuolella kursori liikkuu normaalisti käden osoituspistettä täsmällisesti seuraten.

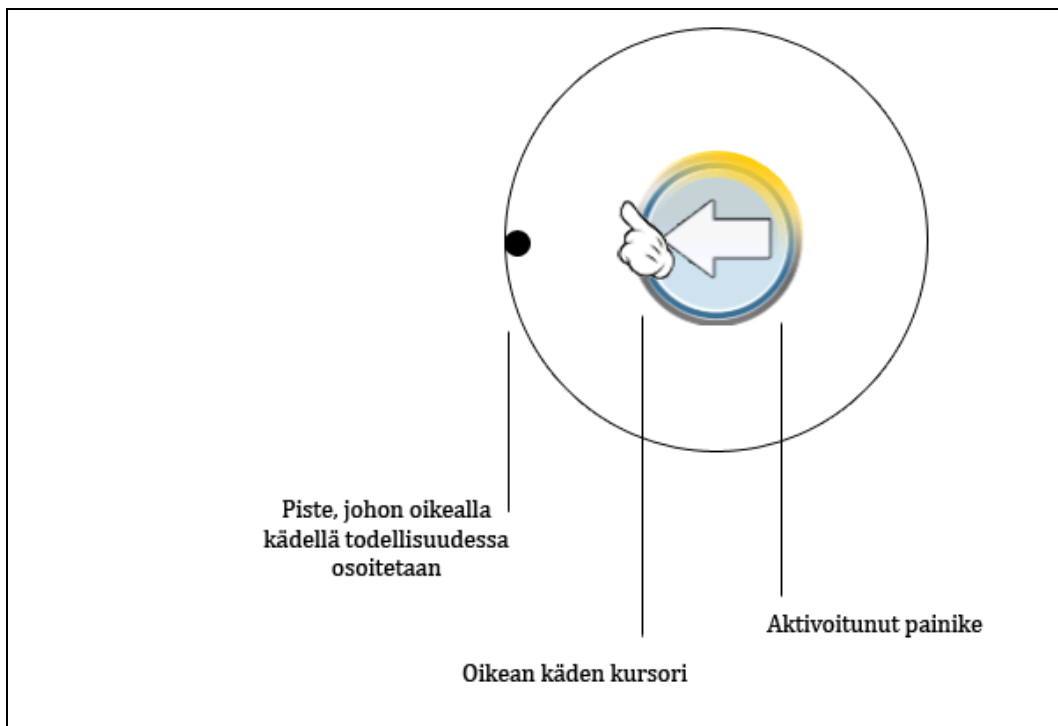
Ensimmäisessä iteraatiossa liimakursori toteutettiin staattisesti niin, että liimauksen aktivoituessa kursori siirrettiin aina absoluuttisesti kohteen keskelle. Tästä seurasi käytettävyysongelma, joka johti ajoittaiseen tahattomaan kohteesta toiseen tai kohteesta ulos hyppimiseen. Kursorin ollessa aina keskellä kohdetta, ei käyttäjä saa palautetta siitä, osoittaako hän kädellään oikeasti suurin piirtein keskelle kohdetta, vai onko osoituspiste juuri ja juuri pikseliarvon sisällä. Jälkimmäisessä tapauksessa pienikin tahaton käden liike saattoi siirtää osoituspisteen liimausalueen ulkopuolelle, mikä vuorostaan aiheutti kursorin hyppäämisen pois kohteesta, ja mahdollisesti siirtymisen toiseen lähellä olevaan kohteeseen.

Toiseen iteraatioon liimausta pehmennettiin siten, että vaikka kursori siirretäänkin kohteen päälle, lasketaan kursorille sijainti suhteessa siihen, mihin kädellä todellisuudessa osoitetaan. Näin ollen käden osoittaessa aivan liimausalueen reunalle, siirretään kursorikin kohteen reunaan. Näin käyttäjälle tarjotaan paremmin palautetta käden todellisesta osoituspisteestä, jolloin vahinkoliikkeitä tapahtuu vähemmän.

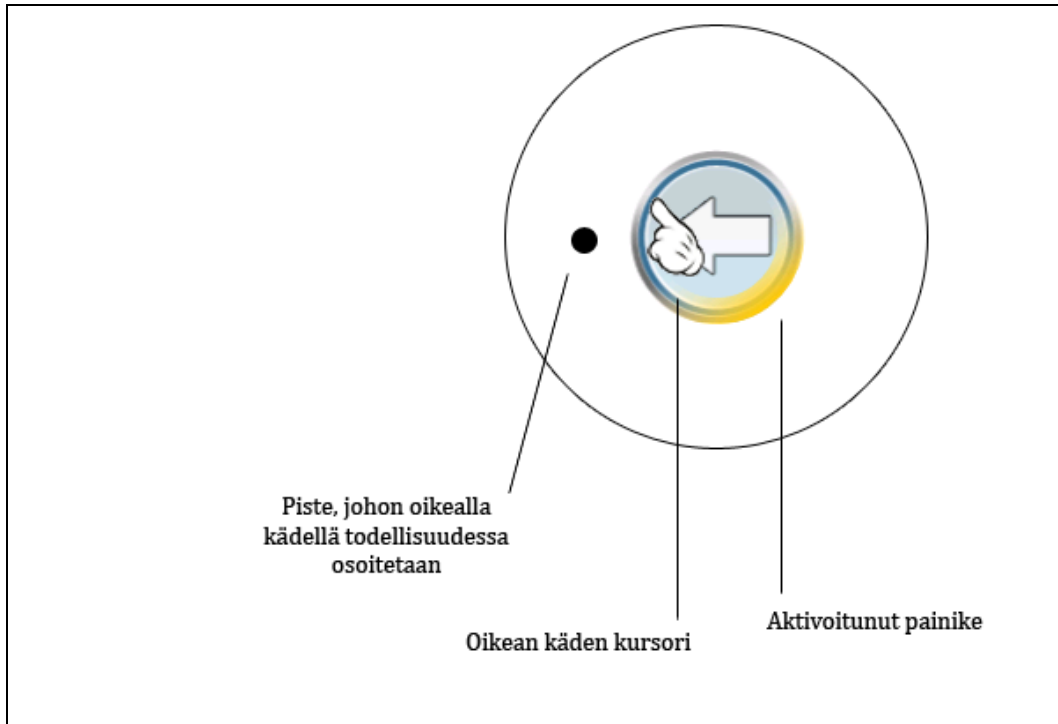
Kursorijärjestelmä on siis eräänlainen yhdistelmä Parkerin ja muiden (2005) snap-to-target –menetelmää ja Guiardin ja muiden (2004) object pointing –menetelmää. Kuvasarjassa 18 esitetään liimakursorin toiminta käytännössä.



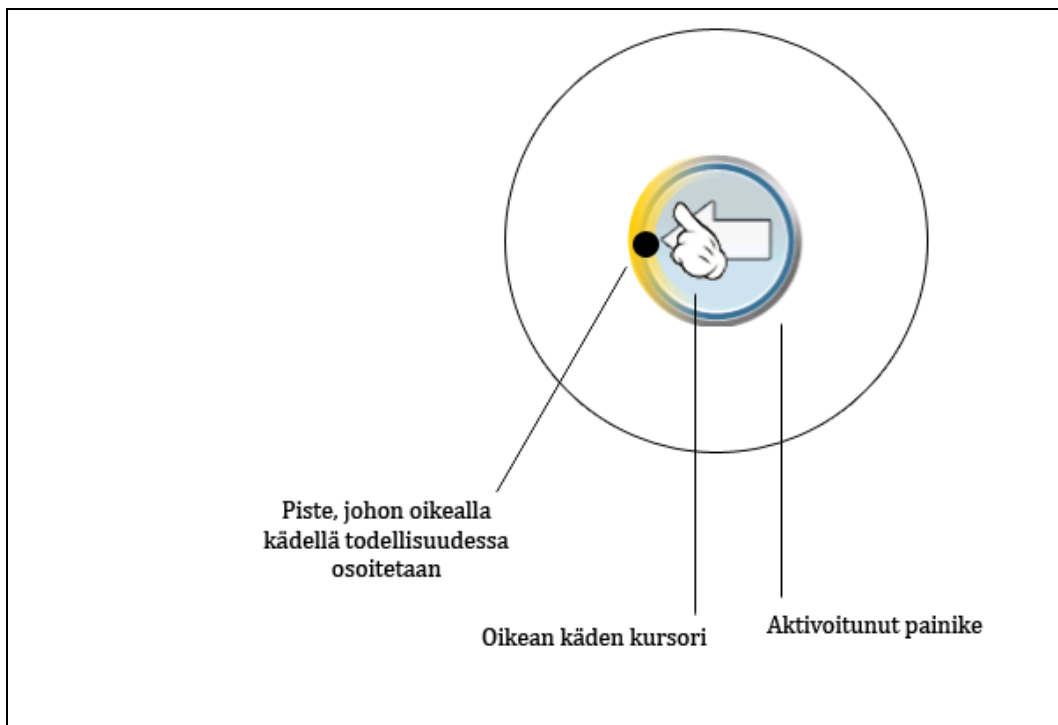
Kuvasarja 18, vaihe 1. Kädellä osoitetaan kauas kohteesta, jolloin kursori seuraa käden osoituspistettä täsmällisesti.



Kuvasarja 18, vaihe 2. Kädellä osoitetaan liimausalueen vasempaan reunaan, jolloin kursori vastaavasti siirtyy kohteen päälle vasempaan reunaan ja aktivoi painikkeen.



Kuvasarja 18, vaihe 3. Käden todellinen osoituspiste siirtyy lähemmäs kohdetta, ja kursori siirtyy suhteessa hieman lähemmäs kohteen keskipistettä.



Kuvasarja 18, vaihe 4. Käden todellinen osoituspiste siirtyy myös kohteeseen, ja kursori siirtyy lähestulkoon kohteen keskelle.

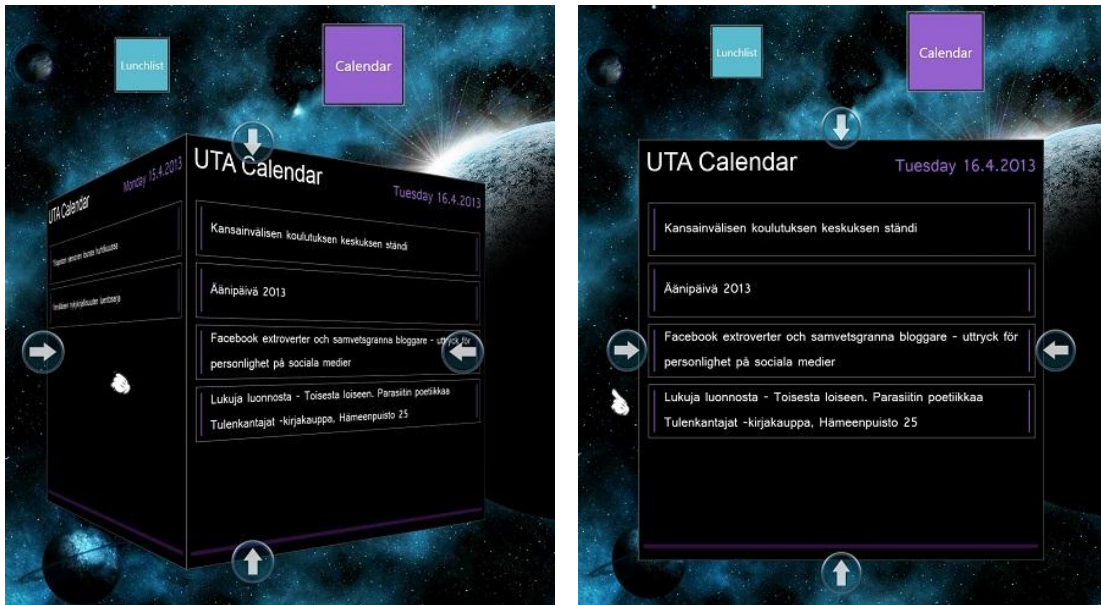
3.1.5. Näkymien vaihto

Informaatiokuution näkymiä vaihdetaan pyörittämällä kuutiota eri sivuille (kuvasarja 19). Pyöritys tapahtuu valitsemalla ensin pyöritettävän sivun reunasta painike, ja viemällä sitten kättä painikkeesta vastakkaiseen suuntaan. Kuutio kääntyy käden mukana, ja käden ylitettyä tietyn kynnyksarvon, kääntyy kuutio kokonaan uudelle sivulle, tehden näin kokonaisen 90 asteen käännöksen. Käännösvaiheessa käännöksen voi peruuttaa viemällä kättä takaisin painikkeen suuntaan, jolloin kuutio palautuu lähtöasentoonsa.

Näkymien vaihdon toteutustapa perustuu fyysiseen metaforaan – ikään kuin käyttäjä oikeasti tarttuisi kuutiosta ja pyörittäisi sitä. Pyörityksen alkaessa, eli painikkeen aktivoinnin jälkeen, tätä metaforaa pyritään visuaalisesti vahvistamaan muuttamalla painikkeen aktivoitunut kursori nyrkiksi. Kursori palautetaan normaaliksi, kun pyöritys on viety loppuun tai se peruutetaan. Lisäksi pyörityksen alkaessa toiminnallisuutta pyritään selkeyttämään käyttäjälle animoimalla nuoli siihen suuntaan, johon kättä on tarkoitus liikuttaa.



Kuvasarja 19, vaiheet 1 ja 2. Käyttäjä laukaisee oikean reunan painikkeen, ja siirtää kättä vasemmalle pyörittäen kuutiota.



Kuvasarja 19, vaiheet 3 ja 4. Käyttäjä jatkaa kursorin siirtämistä vasemmalle, kunnes kuutio on pyörinyt täydet 90 astetta. Pyöritys loppuu ja kursori palautuu normaaliksi.

Kuution pyöritys ylös tai alas vaihtaa sisältöä osiosta toiseen. Tutkitussa sovelluksen versiossa tämä tarkoittaa vaihtoa lounaslistan ja kalenterin välillä. Osioden lukumäärää määrää ei ole suoraan rajattu. Osiot pyörivät lisäksi molempiin suuntiin, eli vain yhteen suuntaan pyörittämällä palataan osioiden loputtua takaisin ensimmäiseen osioon. Pyöritys vasemmalle ja oikealle vaihtaa valittuna olevan osion näkymiä seuraavaan ja edelliseen. Tutkitun sovelluksen tapauksessa tämä tarkoittaa vaihtoa päivien välillä. Osioita on myös mahdollista vaihtaa informaatiokuution yllä olevista painikkeista. Painikkeiden tarkoitus on lisäksi kertoa käyttäjälle kuution rakenne, eli tarjolla olevien osioiden määrä ja niiden sisältö.

3.1.6. Informaatiokuution tapahtumien tarkastelu

Yksi informaatiokuution potentiaalinen ongelma on tilankäyttö – yhdelle kuution sivulle ei mahdu suurta määrää informaatiota. Tällöin joskus voi olla tarvetta tarjota erillinen lisätietodialogi. Lisätietodialogi aktivoidaan osoittamalla haluttua tietuetta esimerkiksi ohjelmalistasta, ruokalistasta tai tapahtumakalenterista (kuva 20). Tietueen osoittaminen toimii samalla tavalla kuin painikkeen painaminen. Dialogin ollessa päällä dialogin ulkopuolinen vuorovaikutus estetään häivyttämällä muut painikkeet näkyvistä.



Kuva 20. Käyttäjä osoittaa tapahtumaa, josta haluaa nähdä lisätietoja.



Kuva 21. Tapahtuman lisätietodialogi.

Lisätietodialogin kautta on myös mahdollista antaa valitulle tietueelle plus- tai miinusääniä, sekä nähdä tietueelle jo annetut äänet (kuva 21). Näin käyttäjät voivat esimerkiksi lounaan jälkeen suositella lounasta muillekin. Dialogi suljetaan alakulman nuolipainikkeesta, jonka jälkeen muut painikkeet tuodaan takaisin näkyviin.

3.1.7. Puhekäyttöliittymä

Informaatiokuutio tukee yksinkertaisia puhekomentoja erillistä mikrofonia käyttäen. Kinect-laitteen mikrofoni kautta kulkevan äänidatan perusteella tunnistetaan puhuja, kun taas erillinen mikrofoni hoitaa varsinaisen puheentunnistuksen. Informaatiokuutiota voi pyörittää kaikkiin neljään suuntaan yksinkertaisilla ”ylös”, ”alas”, ”seuraava” ja ”edellinen” –komennoilla. Puhekäyttöliittymää ei käsitellä tässä tutkielmassa tarkemmin.

3.2. Järjestelmän tekninen kuvaus

3.2.1. SkeletonServer

Liiketunnistukseen käytetään Tampereen yliopistossa kesällä 2011 kehitettyä SkeletonServer-komponenttia. SkeletonServer muodostaa yhteyden samaan tietokoneeseen yhdistettyyn Microsoft Kinect-laitteeseen, analysoi sieltä tulevan datan, ja muodostaa tunnistetuista käyttäjistä kustakin JointDictionary-luokan instanssin. JointDictionary sisältää käyttäjän vartalon eri alueiden x-, y- ja z-koordinaatit indeksinumeroilla eroteltuna.

SkeletonServeriin luodaan asiakasohjelmasta socket –yhteys oikeaa porttinumeroa käyttäen. Yhteyden toimiessa voidaan serverille lähettää erilaisia pyyntöjä. Palvelin vastaa pyynnön mukaan, ja asiakasohjelman on rekisteröitävä itselleen tapahtumankäsittelijä saadakseen pyyntöön vastauksen. Pyyntöjä on useita erilaisia, mutta seuraavassa on esitelty vain tässä tutkielmassa esitellyn sovelluksen kannalta olennaisimmat:

L-kutsu. L-kutsu palauttaa kullakin hetkellä tunnistetut käyttäjät yhtenä merkkijonona. Joka käyttäjästä palautetaan id-tunniste, jonka lisäksi palautetaan käyttäjän vyötärön x-, y- ja z-koordinaatit, sekä boolean-arvo siitä, puhuuko kyseinen käyttäjä sillä hetkellä vai ei (lainaukset 1).

```
"l|635013938969043496|"
```

```
"l|635013939078159737|1;0;-78;-127;2194;False"
```

```
"l|635013939078159737|1;0;-78;-127;2194;False|2;0;152;-124;2143;False"
```

Lainaukset 1. L-kutsun palautusarvoja.

P-kutsu. P-kutsulla pyydetään tietyn käyttäjän JointDictionary-instanssi. P-kutsuun on annettava parametrina käyttäjän id-tunniste, eli käyttäjä on tunnistettava ennen P-kutsun käyttöä. Palautusarvo palauttaa käyttäjän vartalon eri pisteiden sijainnit indeksinumeroilla eroteltuna (lainaukset 2).

```
"p|635013939079339805/1/0/38/0;-73,19508;-7,601939;2307,405/1;-90,68957;
593,7837;2387,68/2;-64,55368;407,1298;2394,211/3;-73,19508;-7,601939;2307,405
/6;-260,0772;296,1537;2380,892/7;-340,7227;19,1024;2387,45/9;-367,6471;-
285,5919; 2229,917/12;107,3342;284,0863;2326,25/13;175,4399;11,74969;2301,913/
15;183,0626;-323,56;2167,155/17;-157,8672;-86,78944;2296,359/18;-168,6927;
582,2397;2310,315/20;-171,2946;-1003,198;2429,553/21;7,826719;-86,60971;
2280,281/22;11,21228;-511,9237;2194,973/24;-23,51243;-838,1583;2032,479|"
```

Lainaukset 2. Malli P-kutsun palautusarvosta.

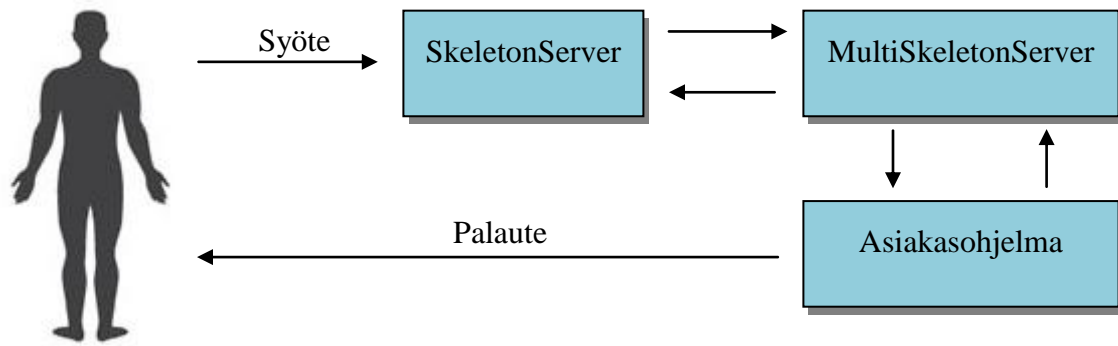
3.2.2. MultiSkeletonServer

MultiSkeletonServer yhdistää usean Kinect-laitteen, ja toimittaa pyynnöstä niiden datan eteenpäin. MultiSkeletonServer luo halutun määrän SkeletonServereitä, liittää kunkin SkeletonServerin eri Kinect-laitteeseen, ja alkaa suorittamaan pyyntöjä kullekin SkeletonServerille. MultiSkeletonServer liittää kullekin SkeletonServerille (Kinectille) uniikin id-tunnisteen. MultiSkeletonServerin L-kutsu eroaa SkeletonServerin L-kutsusta siten, että MultiSkeletonServerin L-kutsu palauttaa muiden tietojen lisäksi myös Kinectien ID:t, joiden kautta kukin käyttäjä on tunnistettu.

3.2.3. Asiakasohjelma

Informaatioseinän ydin, asiakasohjelma, on toteutettu .NET 4.0 –ympäristössä. Sovellus hyödyntää Windows Presentation Foundation (WPF) -kirjastoa, ja siihen liittyvää 3D-objektien toteutukseen ja manipulointiin tarkoitettua 3DTools-lisäosaa (<http://3dtools.codeplex.com/>).

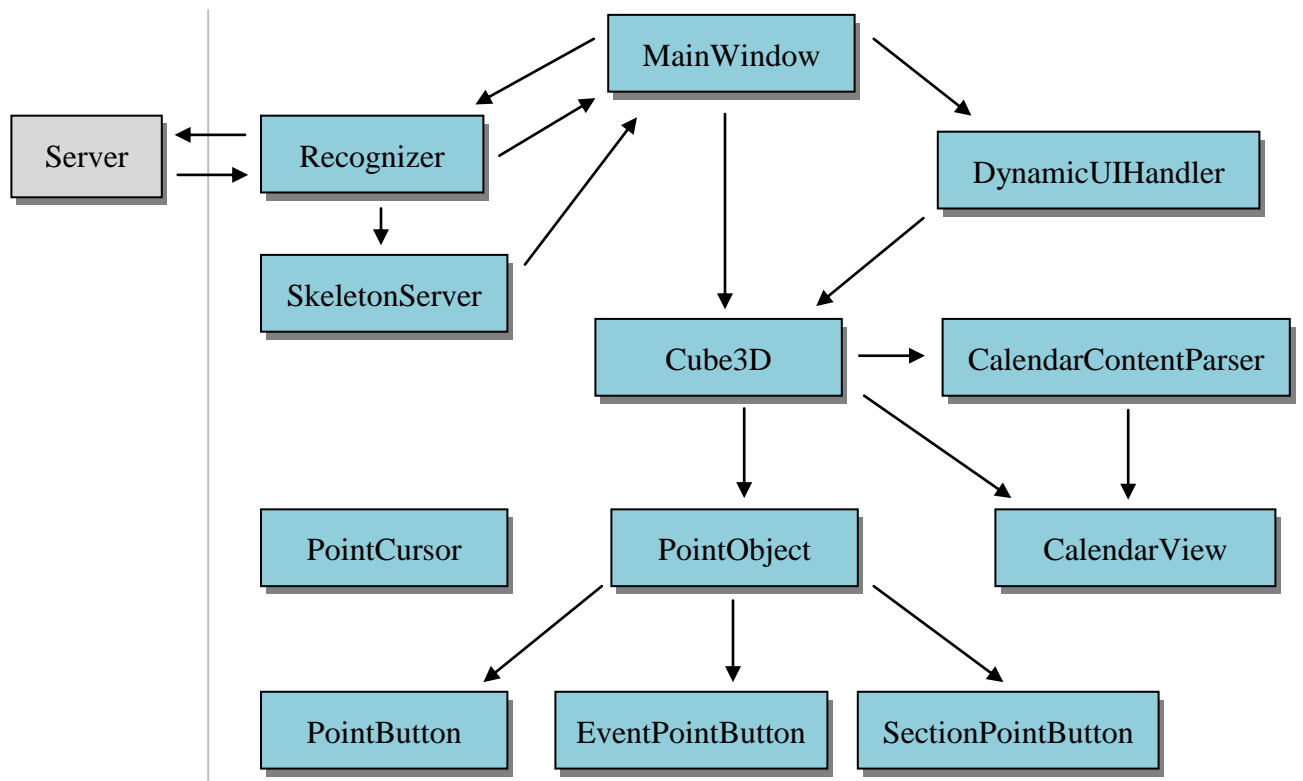
Käyttäjältä lähtevien syötteiden kiertokulku on esitetty kuvassa 22. Yksi SkeletonServer-instanssi tunnistaa käyttäjän, MultiSkeletonServer pyytää käyttäjän tiedot SkeletonServeriltä, ja asiakasohjelma taas pyytää tiedot MultiSkeletonServeriltä. Nielsenin periaatteiden mukaan (1994) vasteaikojen ei tulisi ylittää sataa millisekuntia. Sovelluksessa käyttäjätietojen pyyntöväli on juuri 100 millisekuntia, jotta käyttö pysyisi kohtuullisen nopeana. WPF-ympäristön raskaudesta johtuen vasteaikaa ei laskettu, jotta voitaisiin varmistua siitä, että sovellus pyörii evaluaation aikana sulavasti.



Kuva 22. Käyttäjältä lähtevien syötteiden kiertokulku.

Asiakasohjelman pääluokkana toimii MainWindow-luokka, joka sisältää käyttöliittymäelementit ja huolehtii tarvittavien säikeiden ja taustaohjelmien luomisesta ja käynnistämisestä. Asiakasohjelman Recognizer-luokka hoitaa MultiSkeletonServerille menevät pyynnot sekä niiden vastausten käsittelyt. Recognizer kutsuu saamansa datan perusteella tarvittaessa MainWindow-luokan funktioita käyttöliittymän hallinnointiin. Yksittäisen käyttäjän yksityiskohtaisempi data kulkee Recognizerilta SkeletonUser-luokan instanssiin. SkeletonUser hoitaa sijaintidatan käsittelyt ja laskee käyttäjän käsien osoituspisteet. SkeletonUser kutsuu suoraan tarvitsemiaan funktioita MainWindow-luokasta. Kuvassa 23 on esitetty asiakasohjelman tärkeimpien luokkien hierarkia sekä datan kulku.

Käyttäjän käsiä ruudulla vastaavien kursorien sijainnit lasketaan käsien asentojen mukaan. Algoritmi muodostaa kyynärpään ja kämmenen keskipisteiden välisen vektorin, jonka pohjalta päätellään osoituspiste.



Kuva 23. Asiakasohjelman tärkeimpien komponenttien luokkakaavio.

4. Informaatioseinän käyttäjätutkimus

Tässä luvussa esitellään liimakursorin tehokkuutta ja käyttäjäkokemusta mittaava tutkimus. Aluksi kerrotaan tutkimuksen käytännön järjestelyistä, laitteistosta, testin kulusta ja osallistujista. Lopuksi esitellään tutkimustulokset ja johtopäätökset sekä järjestelmän kehityksen aikana ja evaluaatiossa tehtyjen havaintojen pohjalta luodut jatkokehitysideat.

4.1. Tutkimuksen suunnittelu ja järjestelyt

Tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää, kuinka hyödyllinen liimakursori - aputekniikka on elekäyttöliittymässä. Tutkimus järjestettiin Tampereen yliopiston Pinni B -rakennuksen testitiloissa. Useat tutkimukset, kuten Ojala et al (2012), kritisoivat laboratorio-olosuhteita, mutta koska tämän tutkimuksen painopiste on vuorovaikutusmenetelmissä eikä yleisön käyttäytymisen havainnoinnissa luonnollisessa ympäristössä, on laboratoriossa pitäytyminen perusteltua. Laboratorio-olosuhteet tarjoavat huomattavasti paremmat välineet käyttötilanteen seuraamiseen ja tallentamiseen. Jatkotutkimuksissa on kuitenkin syytä siirtyä luonnollisempaan ympäristöön, jos tutkimuksen painopistettä siirretään enemmän yleiseen käyttökokemukseen ja ihmisten käyttäytymiseen järjestelmän läheisyydessä.

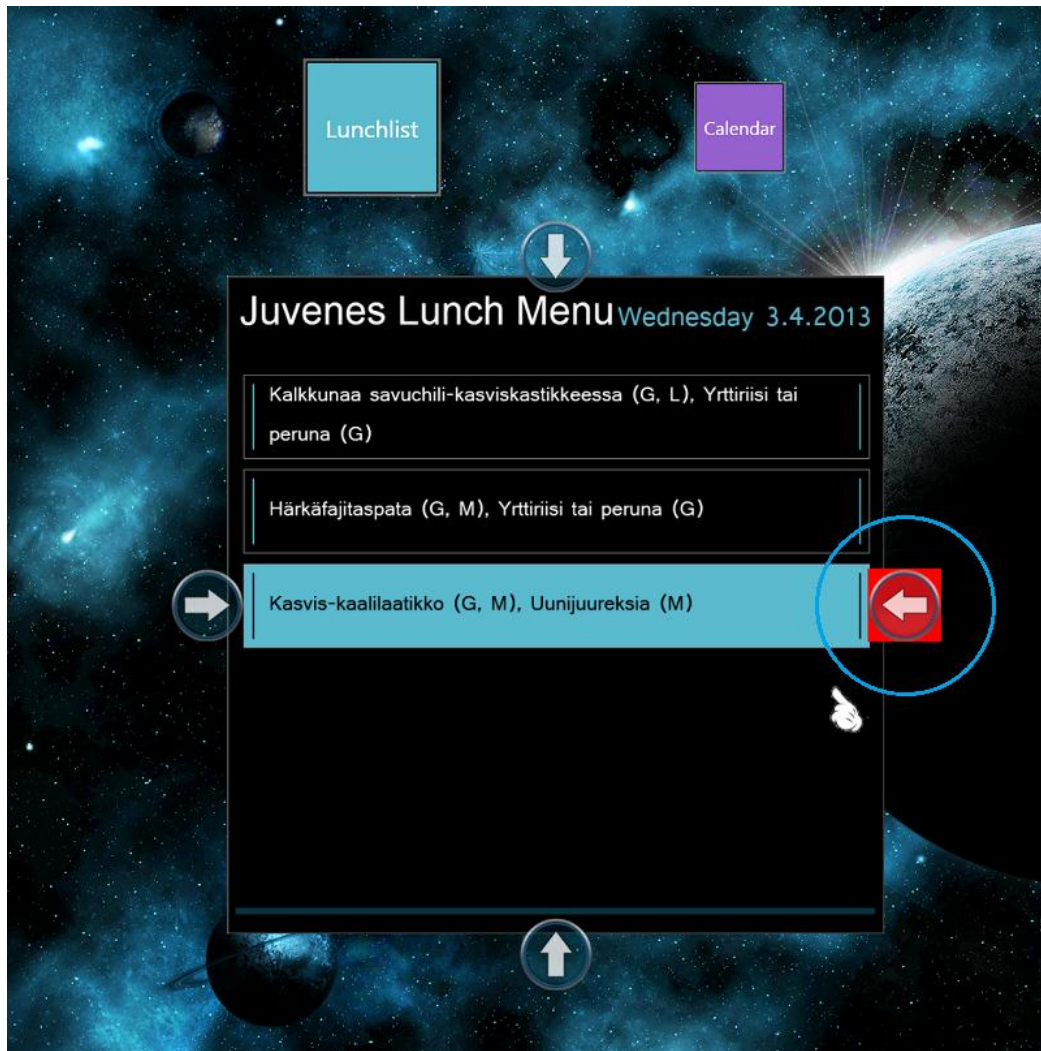
Testin alussa osallistujat täyttivät taustatietolomakkeen (Liite 1). Tutkimus suoritettiin viemällä jokainen testiin osallistunut henkilö lyhyen opastuksen jälkeen kolmen rakenteeltaan samanlaisen session läpi siten, että yhdessä näistä oli käytössä tavallinen kursori, toisessa liimakursori pienellä voimakkuudella ja kolmannessa suurella voimakkuudella. Pienellä voimakkuudella liimakursori siirtyi kohteeseen ollessaan sadan pikselin sisällä kohteen keskipisteestä, ja vastaava luku suurella voimakkuudella oli kaksisataa pikseliä. Käyttötilanteiden järjestystä vaihdeltiin osallistujien välillä, jotta saataisiin eliminoitua käyttäjien mahdollisesta ennakkoinnista, oppimisesta ja päättelystä johtuvat muuttujat. Järjestykset olivat seuraavat:

Osallistujat	Sessiojärjestys
1	Lievä, tavallinen, voimakas
2, 3	Tavallinen, lievä, voimakas
4, 5	Voimakas, lievä, tavallinen
6, 7	Voimakas, tavallinen, lievä

Taulukko 2. Osallistujien sessiojärjestykset.

Sessioissa vuorollaan yksi sovelluksen painike aktivoitiin punaisella pohjavärillä (kuva 24). Käyttäjän tuli tällöin pyrkiä valitsemaan kyseinen painike mahdollisimman

nopeasti ja virheitä välttämällä. Virheet eli väärin painikkeiden valinnat eivät johtaneet toimenpiteisiin, vaan painikkeen valinnan jälkeen aktivoitiin seuraava painike.



Kuva 24. Evaluaatiossa yksi painike vuorollaan on väritetty punaisella pohjavärillä.

Sessiossa suoritettiin peräkkäin 15 valintaa, jonka jälkeen seurasi lyhyt, noin 30 sekunnin pituinen lepotauko. Tämän jälkeen suoritettiin vielä toiset 15 valintaa. Yksi sessio sisälsi näin ollen 30 valintaa, ja koko testitapahtuma yhteensä 90 valintaa.

Testin ajaksi sovelluksen kaikkien painikkeiden laukaisemat toiminnallisuudet poistettiin, jotta testit saatiin pidettyä nopeana ja relevanttina. Näin ollen informaatiokuutiota ei käännelty sivulta toiselle, sen osioita ei vaihdettu eikä sen tarjoamaa lisätietodialogia avattu.

Sessioista tallennettiin kattavat lokitiedot. Lokiin tallennettiin tiedot esimerkiksi painikkeiden aktivoinneista ja valinnoista sekä ajoista ja sijainneista (lainaukset 3). Jokaisen osallistujan loki tallennettiin erilliseen tiedostoon, ja lokitietojen analysointiin kirjoitettiin yksinkertainen ohjelma C#-ohjelmointikielellä.

target: pointButtonRotateUp position: 402,2,524,1247 size: 80x80
Right hand cursor is at 166,01270273706,289,218498649213 and distance to target is 431,631925723476
non-target pointButtonRotateRight unhovered after 00:00:01.0730614
target pointButtonRotateUp hovered with Right hand after 00:00:01.6400939
target pointButtonRotateUp triggered with Right hand after 00:00:02.6361508
target: eventButton0 position: 412,4344125,139,31271 size: 59,531175x59,531175
Right hand cursor is at 402,93615630918,523,800854443257 and distance to target is 331,891916772805
non-target eventButton2 hovered with Right hand after 00:00:00.8850506
non-target pointButtonRotateUp unhovered after 00:00:01.0590606
non-target eventButton1 hovered with Right hand after 00:00:01.0950627
non-target eventButton2 unhovered after 00:00:01.2750730
target eventButton0 hovered with Right hand after 00:00:01.3120751

Lainaukset 3. Ote evaluaation lokitiedoista.

Varsinaisten testisessioiden jälkeen testihenkilölle annettiin täytettäväksi käyttökokemuslomake (Liite 2). Lomakkeella pyrittiin muun muassa selvittämään, mikä sessioista oli heidän mielestään miellyttävin ja mikä vastaavasti vähiten miellyttävä. Testien aikana moderaattori ilmoitti aina selkeästi, kun sessio vaihtui, jotta vaihdos olisi käyttäjälle selvä ja jäisi käyttäjäkokemuslomaketta silmälläpitäen paremmin mieleen. Varsinaisista sessioiden välisistä eroista ei kerrottu käyttäjille ennen testejä eikä niiden aikana, heille ilmoitettiin vain, että eri sessioissa saattaa olla eroja kursorin käyttäytymisessä.

Käyttäjäkokemuslomakkeen jälkeen käyttäjien annettiin vielä tutustua sovellukseen siten, että sen kaikki toiminnot oli aktivoitu. Tutustumisen aikana myös moderaattori osallistui sovelluksen käyttöön, demonstroiden näin usean käyttäjän samanaikaista käyttöä ja informaatiokuutioiden dynaamisuutta.

Tutustumissession jälkeen testihenkilöt täyttivät vielä toisen, yleiseen sovelluksen käyttöön liittyvän lyhyen käyttökokemuslomakkeen (Liite 3).

4.2. Järjestelmän laitteisto ja asetelmat

Informaatioseinä –sovellusta ajettiin moniydinprosessorilla varustetulla, tehokkaalla PC:llä. PC:hen yhdistettiin Microsoft Kinect-kamera, joka sijoitettiin seinälle heijastettavan näytön eteen. Videotykillä näytettiin 1280 x 720 –resoluutioista kuvaa. Heijastettavan näytön fyysinen koko oli noin 220 cm x 120 cm. Testihenkilöt sijoitettiin Kinect-kameran näköalueen keskelle. Käyttäjien etäisyys kamerasta oli noin 225 senttimetriä.

4.3. Osallistujat

Osallistujia oli 7. Kaikki olivat päätoimisia opiskelijoita, iän jakautuessa 19 ja 30 vuoden välille. Kaikki olivat oikeakätisiä, ja jokainen osallistuja valitsi myös testissä käytettäväkseen oikean käden. Osallistujien opintoalat vaihtelivat humanistisista aloista tekniikan aloihin. Kukaan osallistujista ei ollut nähnyt tai käyttänyt järjestelmää aikaisemmin, eikä heille oltu paljastettu järjestelmän tai testin yksityiskohtia etukäteen.

Taulukossa 3 on esitetty käyttäjien taustatietolomakkeen tiedot. Liiketunnistusta hyödyntävien laitteiden käytön frekvenssiä kysyttiin monivalinnalla, jossa vaihtoehtoina olivat ”En koskaan”, ”Harvoin”, ”Silloin tällöin” ja ”Usein”.

Osallistuja	Ikä	Sukupuoli	Aiempi kokemus
1	27	Mies	Harvoin
2	27	Mies	Harvoin
3	19	Nainen	En koskaan
4	28	Mies	Harvoin
5	25	Mies	Harvoin
6	30	Nainen	Usein
7	22	Nainen	Silloin tällöin

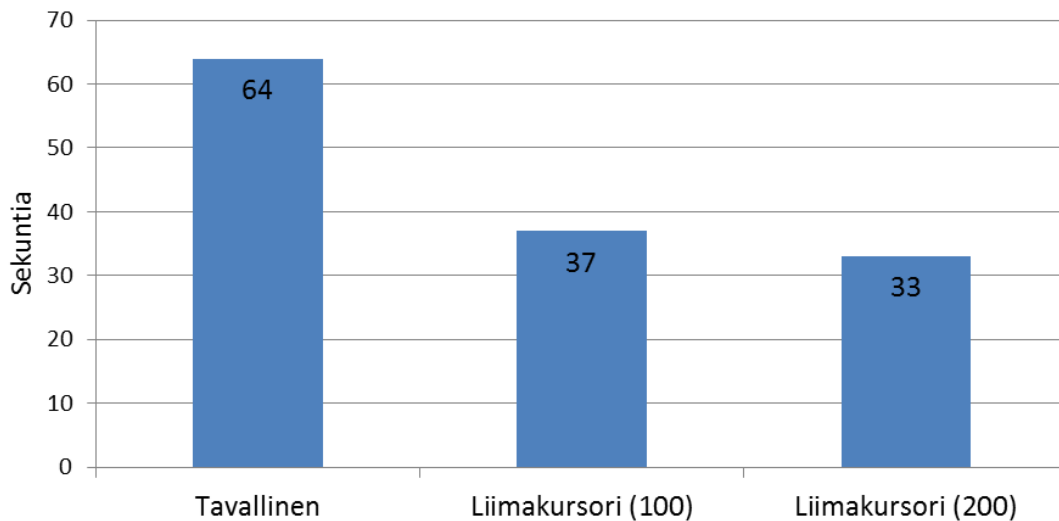
Taulukko 3. Osallistujien taustatiedot.

4.4. Tulosten esittely ja analysointi

4.4.1. Yleiset tulokset

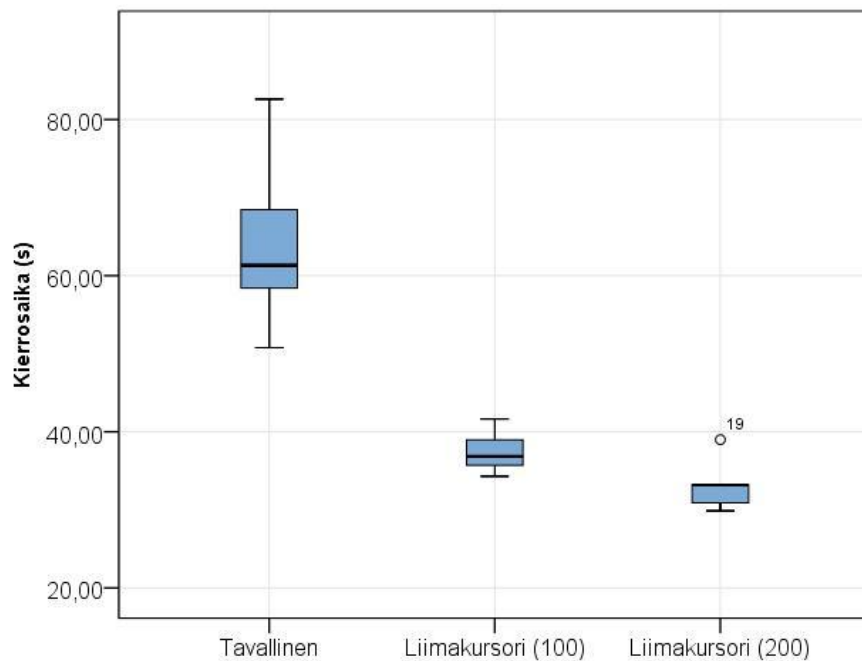
Tulosten analysoinnissa oli otettava huomioon, että sessioiden alussa käyttäjien valmiustaso vaihtelee, ja käytettävän kursorin sijainti voi olla vaihtelevalla etäisyydellä ensimmäisestä kohteesta. Näin ollen ensimmäisen painikkeen valinta jätettiin huomiotta. Sessioiden puolivälissä olleet lepotauot jakavat sessiot viidentoista painikkeen kierroksiin, ja seuraavaksi tarkastellaan tarkemmin testihenkilöiden suoriutumista eri kierroksilla.

Kun huomioidaan aika, joka kului sessioiden kummallakin kierroksella ensimmäisen painikkeen laukaisusta viimeisen painikkeen valintaan (eli 14 painikevalintaa, yksi kierros), ja lasketaan ajoista käyttäjien keskiarvo, saadaan seuraavanlainen histogrammi:



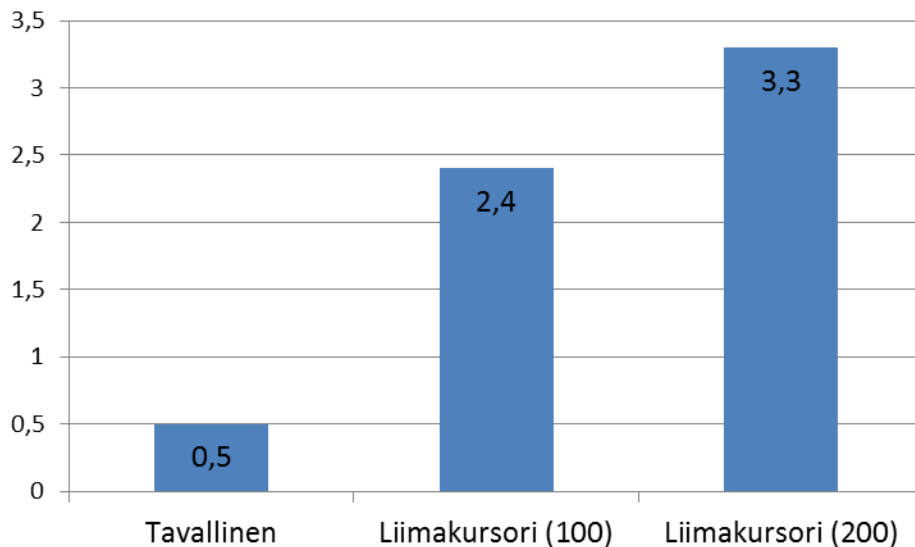
Kuvio 1. Kursorityyppien keskimääräinen kierrosnopeus.

Histogrammista huomataan välittömästi, että liimakursorit olivat selvästi nopeampia kuin tavallinen kursori. Seuraavaksi tarkastellaan laatikko-jana-kuviota (kuvio 2). Kuviosta havaitaan nopeasti, että kummankin liimakursorin vaihteluväli on selvästi pienempi kuin tavallisella kursorilla. Testihenkilöt suoriutuivat siis liimakursorien avulla tasaisemmin. Tavallisen kursorin kierrosajat vaihtelivat 51 ja 83 sekunnin välillä, lievän liimakursorin kierrosajat 34 ja 42 sekunnin välillä, ja vahvan liimakursorin kierrosajat sijoittuivat 30 ja 39 sekunnin välille. Mediaanit olivat vastaavasti 61,3 sekuntia, 36,9 sekuntia ja 33,2 sekuntia.



Kuvio 2. Laatikko-jana –kuvio eri kursorityyppien kierrosnopeuksista.

Tulokset suosivat vahvasti liimakursoreita. Tähänastisissa tuloksissa on kuitenkin huomioitu vain aika, johon mennessä kierrokset on viety loppuun. Koska esimerkiksi väärän painikkeen laukaiseminen vie kuitenkin kierrosta eteenpäin, voivat sattuneet virheet johtaa kierrosten pikaisempaan suorittamiseen. Kuviosta 3 huomataankin, että tavallisella kursorilla käyttäjät tekivät vähemmän virheitä.



Kuvio 3. Käyttäjien virheprosentit eri kursorityypeillä.

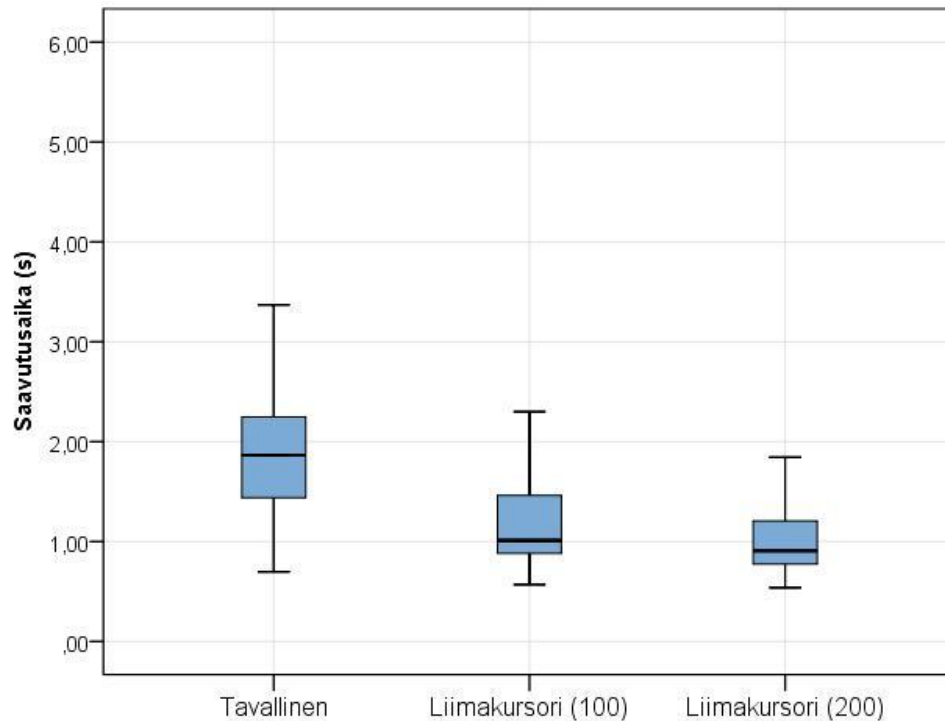
Virheprosentti 0,5 tarkoittaa, että kaikista osallistujista yksi käyttäjä teki session aikana vain yhden virheen, ja muut eivät ainuttakaan. Virheiden lukumäärät liimakursoreilla olivat 5 ja 7. Käyttäjät tekivät siis kaikilla kursorityypeillä erittäin vähän virheitä. Näin ollen voidaan todeta, että virheiden tekeminen ei merkittävästi vaikuttanut tuloksiin millään kursorityypillä. Virheiden vähäinen määrä antaa myös viitteitä siitä, että sovelluksen käyttöä voidaan entisestään nopeuttaa madaltamalla painikkeiden valinta-aikoja (dwell time).

4.4.2. Painikekohtainen analyysi

Tavallisen kursorin ja liimakursorien erot vaikuttavat suurilta. Sessioerojen syiden selvittämiseksi on syytä tarkastella yksittäisiä painikevalintoja. Painikevalinta koostuu kahdesta vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa kursori siirretään painikkeen päälle, jota kutsutaan kohteen saavuttamiseksi. Toisessa vaiheessa kursoria pidetään painikkeen päällä aktivoitumisperiodin ajan, jonka jälkeen painike laukaistaan.

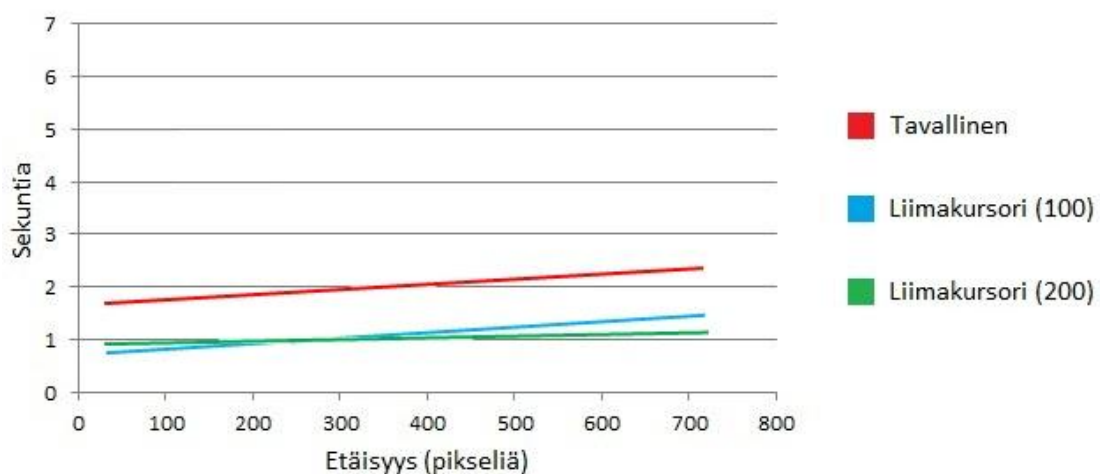
Kuviossa 4 esitellään kohteen saavuttamiseen kuluneet ajat eri kursorityypeillä. Tavallisella kursorilla kohteen saavuttamiseen kuluu keskimäärin 1,99 sekuntia, lievällä liimakursorilla 1,20 sekuntia ja vahvalla liimakursorilla 1,06 sekuntia. Tavallisella kursorilla kohteen saavuttaminen kestää siis keskimäärin lähes kaksi kertaa pidempään kuin liimakursoreilla. Lisäksi tavallisella kursorilla hajonta oli selkeää, saavutusaikojen vaihdellessa tasaisesti noin yhden sekunnin ja 3,5 sekunnin välillä. Molemmilla

liimakursoreilla hajonta oli lievempää ja suurin osa saavutusajoista sijoittui 0,9 ja 1,4 sekunnin välille.



Kuvio 4. Laatikko-jana –kuvio eri kursorityyppien kohteen saavuttamisen nopeuksista.

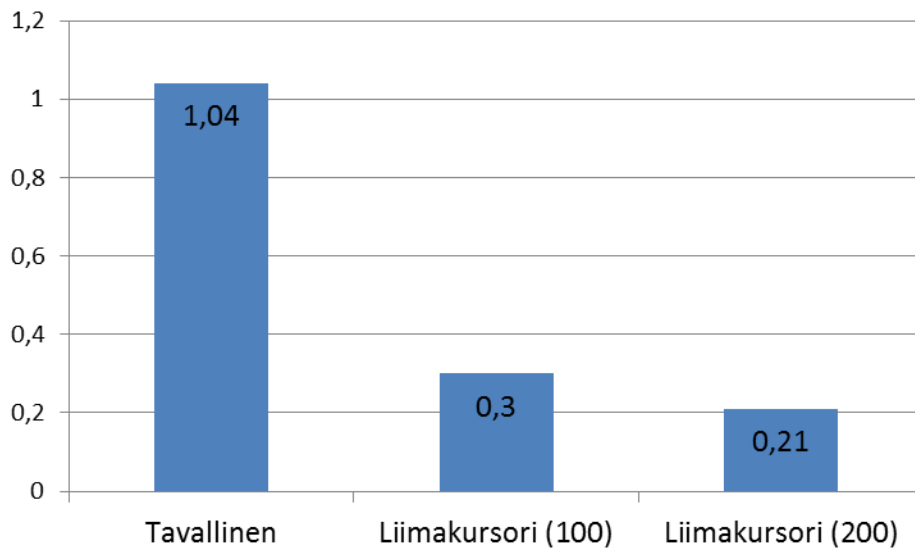
Kun tarkastellaan kohteen saavutuksen nopeuksia suhteessa etäisyyteen, voidaan tehdä sama, mielenkiintoinen havainto kaikilla kursorityypeillä. Etäisyyden kasvu ei merkittävästi kasvata aikaa, joka kohteen saavuttamiseen kuluu (kuvio 5). Aikojen hidaskasvu antaa viitteitä siitä, että ollessaan valmiiksi lähellä kohdetta, käyttäjät liikuttavat kursoria varovaisemmin. Lisäksi havainto tukee hypoteesia, että liimakursori nopeuttaa kohteen saavuttamista etäisyyksistä riippumatta.



Kuvio 5. Trendiviivat eri kursorityyppien kohteiden saavutusajoista eri etäisyyksillä.

Kohteen saavuttaminen on kuitenkin vain puolet varsinaisesta toimintojen suorittamisesta. Kohde voidaan saavuttaa nopeasti, mutta kohteen valinnassa voi siitäkin huolimatta kestää. Onkin tärkeää selvittää, kuinka usein käyttäjät veivät tarkoituksettomasti kursorin pois painikkeen päältä aktivointiperiodin ollessa vielä kesken.

Kuviossa 6 esitetään, kuinka usein käyttäjät keskimäärin veivät tahattomasti kursorin pois kohteesta kierrosta kohden.



Kuvio 6. Käyttäjien tahattomien kohteesta poistumisten lukumäärä valintaa kohden.

Käyttäjät veivät tavallista kursoria käyttäessään kursorin tahattomasti pois kohteestaan keskimäärin useammin kuin kerran jokaista valintaa kohden. Kummallakin liimakursorilla samojen tahattomien liikkeiden määrä oli huomattavasti pienempi. Lievällä liimakursorilla kohteesta poistuttiin vähemmän kuin kerran kolmea valintaa kohti, ja vahvalla liimakursorilla noin kerran viittä valintaa kohti. Liimakursoreilla siis paitsi saavutetaan kohteet nopeammin, myös pysytään halutussa kohteessa helpommin. Tämä selittää osan suurista sessioiden välisistä eroista, sillä tahaton kohteesta poistuminen lähes kaksinkertaistaa kohteen valintaan kuluvan ajan suoraan, kun aktivointiperiodi on aloitettava alusta.

Evaluaatiossa havaittiin, että tavallisella kursorilla käyttäjillä oli toisinaan suuria vaikeuksia pitää kursoria vakaasti paikoillaan. Tämä johti esimerkiksi siihen, että kursori saattoi hyppiä kohteen puolelta toiselle, mutta ei hyppimisen välillä osunut kohteeseen niin, että käyttäjät olisivat saaneet kohteen valittua. Ei tiedetä tarkkaan, johtuiko ongelma osoitusalgoritmin ongelmista tai esimerkiksi valaistusolosuhteista. Liimakursoreilla ongelmaa ei ollut, koska niiden toiminnallisuus tasoitti lievät epätarkkuudet osoitusdatassa. Tästä syystä liimakursorien vahvuus tavalliseen kursoriin

nähdessä ei ole aivan niin suuri, kuin esitelty tulokset antavat ymmärtää. Tavallisen kursorin ajoittainen toimimattomuus oli kuitenkin niin harvinaista, että se ei vaikuta päätuloksiin.

4.4.3. Käyttökokemus

Ensimmäisellä käyttökokemuslomakkeella pyrittiin selvittämään, huomasivatko osallistujat itse kursorien eroja, mitä kursoria he pitivät miellyttävimpänä ja mitä taas vähiten miellyttävänä.

Seitsemästä osallistujasta viisi valitsi miellyttävimmäksi kursoriksi lievän liimakursorin, kun taas kaksi valitsi vahvan liimakursorin. Yksikään käyttäjä ei pitänyt tavallista kursoria miellyttävimpänä. Yleisesti käyttäjät huomasivat sessioiden välillä eroja, ja osasivat kertoa, mitkä sessiot tuntuivat haastavilta ja mitkä helpoilta. Kaikki eivät kuitenkaan osanneet kertoa tarkemmin, miksi sessio oli vaikea tai helppo (lainaukset 4, 5 ja 6).

”Painikkeiden välit menee jotenkin nopeammin. Tää on parempi.”

”Kyllä tää tuntuu helpommalta.”

”Nyt tää osuu ikään kuin automaattisesti noihin nappeihin.”

Lainaukset 4. Osallistujien kommentteja lievästä liimakursorista.

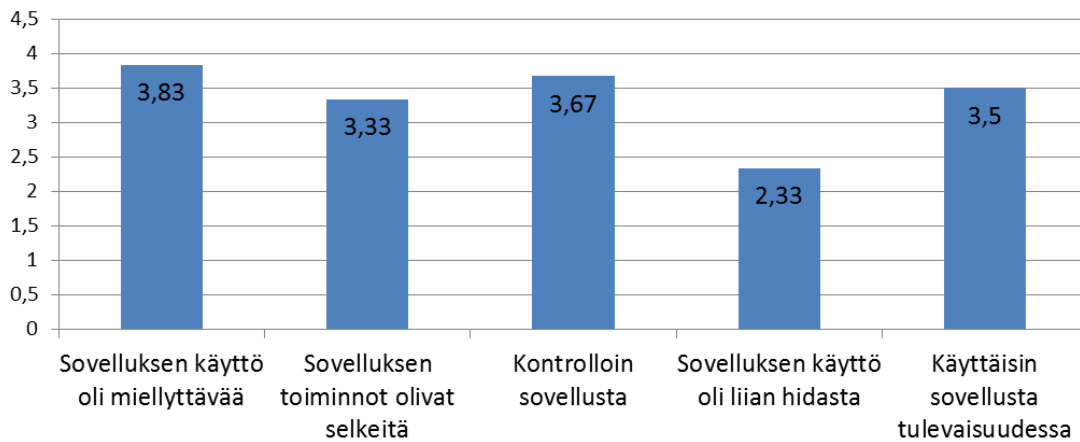
”Tää on jotenkin luontevampi.”

Lainaukset 5. Osallistujan kommentti vahvasta liimakursorista.

”Nyt ei oikein nappaa kiinni.”

Lainaukset 6. Osallistujan kommentti tavallisesta kursorista.

Testin lopuksi käyttäjät saivat tutustua informaatioseinään kaikkine toimintoineen, jonka jälkeen he täyttivät lyhyen, yleistä käyttökokemusta koskevan lomakkeen (Liite 3). Lomakkeessa oli viisi kysymystä, joihin vastattiin valitsemalla käyttökokemusta parhaiten kuvaava vaihtoehto asteikolla 1 – 5, jossa 1 tarkoitti ”Täysin eri mieltä” ja 5 ”Täysin samaa mieltä”. Kysymysten keskiarvot ovat nähtävissä kuviosta 7.



Kuvio 7. Informaatioseinän yleiset käyttökokemustulokset.

Kyselytulosten keskiarvot sijoittuvat asteikon yläpäähän, paitsi neljännen kysymyksen kohdalla, jonka asettelu oli käännteinen. Tulokset ovat positiivisia, tosin pienen otoksen johdosta niitä ei voida pitää erityisen luotettavina.

Edellä pääteltiin, että virheiden erittäin vähäinen määrä voisi antaa viitteitä siitä, että painikkeiden aktivointiperiodia voidaan lyhentää. Käyttäjien antama keskiarvo 2,33 väitteelle ”Sovelluksen käyttö oli liian hidasta” tukee tätä ajatusta.

Käyttökokemustuloksissa on lisäksi syytä huomioida, että testin alussa osallistujille annettiin lyhyt ohjeistus sovelluksen perustoiminnoista. Käyttökokemustulokset eivät siis vastaa todellista tilannetta, jossa järjestelmää ennalta tuntemattomat henkilöt aloittavat itsenäisesti järjestelmään tutustumisen.

4.5. Informaatioseinän jatkokehitysideat

Informaatioseinän tulisi huomioida käyttäjien liikkeet älykkäämmin. Esimerkiksi kahden käyttäjän vaihtaessa paikkaa tulisi myös kuutioiden paikkojen vaihtua. Lisäksi Kinect-kameran ja käyttäjän välistä kulkevat henkilöt aiheuttavat järjestelmän hetkellisen toimintakyvyttömyyden, kun järjestelmä hakee uudelleen oikeita käyttäjiä. Nopeasti ohitse kulkevat henkilöt tulisi kyseisissä tilanteissa jättää huomiotta kokonaan.

Mainossokeuden (Burke et al, 2005), näyttösokeuden (Müller et al, 2009) ja vuorovaikutussokeuden (Ojala et al, 2012) aiheuttamia ongelmia voidaan pyrkiä lieventämään paremmin. Ohikulkijoiden visualisointia voidaan parantaa muuttamalla visualisointi nelikulmiosta ihmisen muotoon, joka seuraa tarkemmin ohikulkijan asentoa ja liikkeitä. Muilla visuaalisilla ja auditiivisilla ärsykkeillä tulisi lisäksi tuoda selkeämmin esiin, että vuorovaikutuksen seuraavalle tasolle päästäkseen on käyttäjän astuttava lähemmäs järjestelmää.

Informaatioseinän sisältämä algoritmi, joka päättelee käyttäjän kämmenen ja kyynärpään perusteella osoituspisteen, ei toimi joka tilanteessa optimaalisesti. Osoitus toimii parhaiten pitämällä kyynärpäätä kiinni kyljessä ja liikuttamalla kättä rauhallisesti, mutta esimerkiksi pitämällä koko käsivartta suorana toimii osoitus toisinaan

ongelmallisesti. Algoritmia tulisi parantaa niin, että se toimii luotettavasti riippumatta käyttäjän valitsemasta osoitustyylistä. Tämä voidaan saavuttaa ottamalla huomioon kyynärpään sijainti suhteessa olkapäähän, ja mahdollisesti vaihdella osoituspisteen laskutapaa koko käden asennon perusteella.

Multimodaalisissa käyttöliittymissä eleet ja puhe ovat olleet suosittu yhdistelmä. Boltin (1980) Put-That-There -järjestelmän jälkeen vastaavia kokeiluja ovat suorittaneet esimerkiksi Eisenstein ja Davis (2004) ja Tse et al (2007). Kuten aiemmin tutkielmassa on todettu, elehdintä on ihmiselle luonnollista verbaalisen kommunikoinnin aikana, mutta Tse et al toteavat, että puheen ja eleiden linkki toimii myös toiseen suuntaan. Ihmiselle on luonnollista esimerkiksi osoittaa viittaamaansa kohdetta, ja varmistaa sanomansa selkeys lausumalla ääneen joitain kohteen ominaisuuksia, kuten värin. Siksi puheen yhdistäminen eleisiin voisi olla mielenkiintoista myös informaatioseinässä.

5. Päätelmät

Liimakursorit tekevät informaatioseinän käytöstä nopeampaa, vakaampaa ja miellyttävämpää. Liimakursorilla kohteet saavutetaan nopeammin, ja kohteet kytetään myös laukaisemaan helpommin. Vahva liimakursori on jonkin verran lievää liimakursoria tehokkaampi, mutta käyttäjäkokemuksessa lievä liimakursori koetaan miellyttävämmäksi. Tulokset ovat pitkälti yhteneviä Parkerin ja muiden (2005) TractorBeam-järjestelmän tutkimusten kanssa.

Käyttäjät tekevät kursorityypistä riippumatta erittäin vähän virheitä, joten oletettavasti järjestelmän käyttöä voidaan nopeuttaa lyhentämällä painikkeiden valitsemiseen tarvittavaa aikaa. Liimakursoreilla tapahtui suhteessa hieman enemmän virheitä kuin tavallisella kursorilla, mutta virhemarginaalin ollessa edelleen pieni ja käyttäjätutkimukseen osallistuneiden henkilöiden määrän ollessa vähäinen ei virheiden määrästä voida tehdä luotettavia päätelmiä kursorityyppien välillä.

Tuloksiin vaikutti hieman evaluaatiossa tavattu harvinainen tavallisen kursorin ongelma, jossa kursori hyppii hetken hallitsemattomasti paikasta toiseen. Ongelma ei kuitenkaan ole pitkäkestoinen, ja sitä esiintyi niin harvoin, että tämä ei vaikuta tulosten tärkeimpiin havaintoihin.

Yleisesti käyttäjät kokevat liimakursori-tekniikkaa hyödyntävän informaatioseinän selkeäksi ja helppokäyttöiseksi. Pienen otannan vuoksi tulokset eivät kuitenkaan ole sellaisenaan luotettavia, vaan aiheesta on syytä suorittaa kattavampi käyttäjätutkimus.

5.1. Jatkotutkimukset

Tässä tutkielmassa esitelty tutkimus oli tarkoin rajattu katsaus elekäyttöliittymiin. Informaatioseinä tarjoaa mahdollisuuksia hyvin monenlaisiin tutkimuksiin.

Liimakursori-tekniikkaa tulisi tulevaisuudessa tutkia huolellisemmin. Olisi syytä kokeilla tekniikan toimivuutta laajemmin ja kontrolloidummin, esimerkiksi vaihtelemalla kohteiden kokoa enemmän, sekä vaihtelemalla kohteiden valintaan vaikuttavan aktivointiperiodin pituutta. Tällöin tutkimus seuraisi pitkälti suosittua Fittsin lakiin perustuvaa tutkimusasetelmaa (Fitts, 1954), jota hyödynsivät muiden muassa Grossman ja Balakrishnan (2005) tutkiessaan kuplakursori-tekniikkaa sekä Guiard et al (2004) mitatessaan object pointing –tekniikan tehokkuutta. Liimakursoria olisi myös tutkittava entistäkin vahvempana versiona, sillä tässä tutkielmassa käytetyt liimakursorin vahvuudet olivat molemmat varsin lieviä. Hyvin vahvoissa liimakursoreissa on todennäköisesti raja, jonka ylittyä aputekniikasta on enemmän haittaa kuin hyötyä, joko nopeuden tai käyttökokemuksen kärsiessä liikaa.

Viipyily-tekniikkaan (Hespanhol et al, 2012) perustuvan painikkeiden valinnan selkeyttä ei tutkittu, eikä sen rinnalla kokeiltu vaihtoehtoisia tapoja kohteiden valintaan. Intuiitiivisempien ja miellyttävämpien valintatekniikoiden kehittämistä tulee jatkaa, sillä

liiketunnistusteknologian kehitys mahdollistaa tulevaisuudessa uudenlaisia vuorovaikutustapoja.

Tutkimukseen mukaan otettua käyttökokemusta olisi myös syytä tutkia syvemmin. Tutkimusta varten tulisi siirtyä laboratorio-olosuhteista autenttisempaan käyttöympäristöön, laajentaa otantaa, ja pyrkiä olemaan ohjeistamatta käyttäjiä etukäteen. Tällöin tutkimustulokset olisivat yhtenevämpiä aitojen käyttötilanteiden kanssa.

6. Tiivistelmä

Tässä tutkielmassa luotiin katsaus elekäyttöliittymiin, niiden tarjoamiin mahdollisuuksiin sekä niiden synnyttämiin haasteisiin. Tutkielman painopiste oli erityisesti julkisten näyttöjen elekäyttöliittymissä.

Elekäyttöliittymät eroavat muista modaliteeteista monessa mielessä. Ilman erillisiä ohjaimia suoritettavissa eleissä ei ole lainkaan haptista palautetta, joten käyttäjälle annettava palaute on täysin visuaalisten ja auditiivisten kanavien varassa. Lisäksi käyttäjältä sovellukseen kulkeva syöte on jatkuvaa, eikä eleillä ole välttämättä selkeää alkua tai loppua. Eleiden luotettava tunnistaminen on siksi teknisesti hankalaa.

Julkisten näyttöjen käytössä haasteiksi nousevat ihmisten ujous, pelot ja ennakkoluulot. Käyttäjät voivat pelätä itsensä nolaamista tai laitteiston rikkoutumista. Haasteet ovat erityisen hyvin esillä elekäyttöliittymissä, sillä kauempaa näytöstä elehtiessään käyttäjät ovat usein hyvin näkyvällä paikalla, eivätkä pääse rauhassa kokeilemaan järjestelmää.

Julkisten elekäyttöliittymien ongelmia voidaan pyrkiä ratkaisemaan tekemällä niiden käytöstä mahdollisimman yksinkertaista, helppoa ja miellyttävää. Cursoripohjainen järjestelmä on tällöin perusteltu, koska se on valmiiksi tuttu muunlaisista järjestelmistä. Kursoria ohjataan osoittamalla kädellä kohti näyttöä, jolloin kursori liikkuu käden osoituspisteen mukaan.

Pelkästään cursoripohjainen järjestelmä ei kuitenkaan riitä, sillä sen ohjaaminen käsieleillä eroaa suuresti muista vuorovaikutustekniikoista, jolloin käyttö koetaan helposti liian haastavaksi. Siksi erilaisten aputekniikoiden tutkiminen ja soveltaminen on tärkeää.

Tässä tutkielmassa arvioitiin liimakursori –aputekniikan tehokkuutta ja käyttökokemusta eleillä ohjattavassa informaatioseinässä. Kursori liikkuu normaalisti käden osoituspisteen mukaan, mutta liikkeessaan lähelle vuorovaikutuksen sallivaa kohdetta, kuten painiketta, siirtyy kursori automaattisesti kohteeseen.

Liimakursoria tutkittiin kahdella eri voimakkuudella, ja niiden suoriutumista verrattiin tavalliseen kursoriin, joka liikkui suoraan käden osoituspisteen mukaan. Tutkimustulokset osoittavat, että kumpikin liimakursori on huomattavasti tavallista kursoria nopeampi, ja käyttäjät kokevat liimakursorit tavallista kursoria miellyttävimmäksi. Liimakursorilla saavutetaan haluttu kohde nopeammin, ja kohteessa myös pysytään helpommin, jolloin haluttu komento voidaan suorittaa loppuun ilman kursorin siirtymistä pois kohteesta.

Viiteluettelo

- Ashbrook, D., Starner, T. MAGIC: A Motion Gesture Design Tool. *In: CHI 2010, April 10 – 15, 2010, Atlanta, Georgia, USA*. ACM, 2010.
- Baudisch, P., Cutrell, E., Robbins, D., Czerwinski, M., Tandler, P., Bederson, B., Zierlinger, A. Drag-and-Pop and Drag-and-Pick: techniques for accessing remote screen content on touch- and pen-operated systems. *Microsoft Research, Redmond, WA*. 2003.
- Berlyne, D. *Conflict, Arousal, and Curiosity*. McGraw-Hill, 1960.
- Bernsen, N. Multimodality in language and speech systems – from theory to design support tool. *In: Björn Granström, David House and Inger Karlsson (eds.), Multimodality in Language and Speech Systems. Text, Speech and Language Technology 19*, Kluwer Academic, 93-148. 2002.
- Bolt, R.A. Put-That-There: Voice and gesture at the graphics interace. *Proc ACM Conf. Computer and Interactive Techniques Seattle*, 262-270. 1980.
- Brignull, H., Rogers, Y. Enticing People to Interact with Large Public Displays in Public Spaces. *INTERACT'03*, 17-24. 2003
- Burke, M., Hornof, A., Nilsen, E., Gorman, N. High-Cost Banner Blindness: Ads Increase Perceived Workload, Hinder Visual Search, and Are Forgotten. *In: ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*. 2005.
- Efron, D. *Gesture and Environment: A Tentative Study of Some of the Spatio-temporal and Linguistic Aspects of the Gestural Behavior of Eastern Jews and Southern Italians in New York City, Living Under Similar as Well as Different Environmental Conditions*. New York: King's Crown Press. 1941.
- Eisenstein, J., Davis, R. Visual and linguistic information in gesture classification. In *Proceedings of the 6th international conference on Multimodal interfaces. ACM Press*, 113–120. 2004.
- Fitts, P. M. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 181-196. 1954.
- Grossman, T., Balakrishnan, R. The Bubble Cursor: Enhancing Target Acquisition by Dynamic Resizing of the Cursor's Activation Area. *CHI 2005, ACM*. 2005.
- Guiard, Y., Blanch, R., Beaudouin-Lafon, M. Object Pointing: A Complement to Bitmap Pointing in GUIs. *Canadian Human-Computer Communications Society in the Proceedings of Graphics Interface*. 2004.
- Guinness World Records Gamer's Edition 2011. Brady Games. 2011.
- Hardy, J., Rukzio, E., Davies, N. Real World Responses to Interactive Gesture Based Public Displays. *MUM'11, ACM*. 2011.

- Hespanhol, L., Tomitsch, M., Grace, K., Collins, A., Kay, J. Investigating Intuitiveness and Effectiveness of Gestures for Free Spatial Interaction with Large Displays. *PerDis 2012, ACM*. 2012.
- Houben, S., Weichel, C. Overcoming Interaction Blindness Through Curiosity Objects. *CHI'13, Paris, France. ACM 978-1-4503-1952-2/13/04*. 2013.
- Huang, E., Koster, A., Borchers, J. Overcoming assumptions and uncovering practices: When does the public really look at public displays?" *In: Proc. CHI 2010, pp: 2267-2276*. 2008.
- Iverson, J., Capirci, O., Volterra, V., Goldin-Meadow, S. Learning to talk in a gesture-rich world: Early communication in Italian vs. American children. *SAGE Publications (Los Angeles, London, New Delhi, and Singapore). Vol 28(2): 164–181 (200805)*. 2008.
- Jin, Y., Choi, S., Chung, A., Myung, I., Lee, J., Kim, M., Woo, J. GIA: design of a gesture-based interaction photo album. *In: Personal and Ubiquitous Computing, Volume 8 Issue 3-4, Pages 227 – 233, July 2004*. 2004.
- Kabbash, P., Buxton, W. The “Prince” Technique: Fitts’ Law and Selection Using Area Cursors. *In: Proceedings of CHI'95, 1995, pp.273–279*. 1995.
- Karam, M., schraefel, m.c. A Taxonomy of Gestures in Human Computer Interactions. *ACM Transactions on Computer-Human Interactions, University of Southampton*. 2005.
- Kendon, A. *Gesture: Visible Action as Utterance*. Cambridge: Cambridge University Press. 2004.
- Kirsh, D., Maglio, P. On distinguishing epistemic from pragmatic actions. *Cognitive Science 18(4), 513–549*. 1994.
- Kobayashi, M., Igarashi, T. Ninja Cursors: Using Multiple Cursors to Assist Target Acquisition on Large Screens. *CHI 2008, April 5–10, 2008, Florence, Italy*. 2008.
- Leap Motion. The unofficial Leap FAQ. 2013. Available at <https://forums.leapmotion.com/showthread.php?420-The-unofficial-Leap-FAQ>. Checked 21.4.2013.
- Long, Jr., A. C., Landay, J. A., and Rowe, L. A. Implications for a gesture design tool. *CHI 1999, ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI Letters, 1(1), 40–47*. 1999.
- Long, Jr., A. C., Landay, J. A., and Rowe, L. A. “Those look similar!” Issues in Automating Gesture Design Advice. *PUI 2001, ACM. Orlando, FL USA*. 2001.
- Müller, J., Wilmsmann, D., Exeler, J., Buzeck, M., Schmidt, A., Jay, T., Krüger, A. Display Blindness: The Effect of Expectations on Attention towards Digital Signage. *Lecture Notes in Computer Science Volume 5538*. 2009.
- Müller, J., Alt, F., Schmidt, A., Michelis, D. Requirements and Design Space for Interactive Public Displays. *MM'10, ACM*. 2010.

- Nancel, M., Wagner, J., Pietriga, E., Chapuis, O., Mackay, W. Mid-air pan-and-zoom on wall-sized displays. In: *Proc. of CHI '11. ACM, New York, NY, USA, 177-186*. 2011.
- Nielsen, J. *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann, 1994.
- Nine MSN. Innocent Gestures That Mean Rude Things Abroad. 2009. Available at <http://travel.ninemsn.com.au/world/rudegestures/835248/innocent-gestures-that-mean-rude-things-abroad>. Checked 21.4.2013.
- Ojala, T., Kostakos, V., Kukka, H., Heikkinen, T., Lindén, T., Jurmu, M., Hosio, S., Kruger, F., Zanni, D. Multipurpose Interactive Public Displays in the Wild: Three Years Later. *IEEE Computer Society, Volume 45, Issue 5*. 2012.
- Parker, K., Nunes, M., Mandryk, R., Inkpen, K. TractorBeam Selection Aids: Improving Target Acquisition for Pointing Input on Tabletop Displays. *Lecture Notes in Computer Science Volume 3585, 2005, pp 80-93*. 2005.
- Pavlovic, V.I., Sharma, R., Huang, T.S. Visual interpretation of hand gestures for human-computer interaction: a review. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 19(7)*, 677–695. 1997.
- Perry, M., Beckett, S., O'Hara, K., Subramanian, S. Wavewindow: Public, Performative Gestural Interaction. *ACM ITS '10, 109-112*. 2010.
- Prekopcsák, Z., Halácsy, P., Gáspár-Papanek, C. Design and Development of an Everyday Hand Gesture Interface. *MobileHCI 2008, September 2-5, 2008, Amsterdam, the Netherlands*. 2008.
- Quek, F.K.H. Eyes in the interface. *Image and Vision Computing 13(6)*, 511–525. 1995.
- Reeves, S., Benford, S., O'Malley, C., Fraser, M. Designing the spectator experience. *ACM, CHI'05, 741-750*. 2005.
- Ren, Z., Jingjing, M., Yuan, J., Zhang, Z. Robust Hand Gesture Recognition with Kinect Sensor. *MM'11, November 28 – December 1, 2011. ACM, USA*. 2011.
- Salvador, R., Romão, T. Let's Move And Save Some Energy. *Creative Showcases and Interactive Art, ACE'2011, ACM. Lisbon, Portugal*. 2011.
- Samsung. Samsung E-Manual. 2013. Available at <http://www.hiddentelevision.com/pdf/d7000manual.pdf>. Checked 21.4.2013.
- Song, Y., Demirdjian, D., Davis, R. Continuous Body and Hand Gesture Recognition for Natural Human-Computer Interaction. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems (TiiS): Special Issue on Affective Interaction in Natural Environments, Volume 2, Issue 1, Article 5*. 2012.
- Stern, H.I., Wachs, J.P., Edan, Y. Optimal consensus intuitive hand gesture vocabulary design. In: *Semantic Computing, 2008 IEEE International Conference, pages 96-103*. 2008.

- ten Koppel, M., Bailly, G., Müller, J., Walter, R. Chained Displays: Configurations of Public Displays Can Be Used to Influence Actor-, Audience-, and Passer-By Behavior. *CHI'12, ACM*. 2012.
- TG Daily. Kinect Sales Figures Net Microsoft a Guinness World Record. *Velum media*. 2011. Available at <http://www.tgdaily.com/games-and-entertainment-features/54566-kinect-sales-figures-net-microsoft-a-guinness-world-record>. Checked 21.4.2013.
- Tse, E., Hancock, M., Greenberg, S. Speech-Filtered Bubble Ray: Improving Target Acquisition on Display Walls. *ICMI'07, ACM, Japan*. 2007.
- Turk, M., Kölsch, M. Perceptual Interfaces. *University of California, Santa Barbara. USCB Technical Report 2003-33*. 2003.
- Vogel, D., Balakrishnan, R. Interactive Public Ambient Displays: Transitioning from Implicit to Explicit, Public to Personal, Interaction with Multiple Users. *UIST'04, ACM*. 2004.
- Vogel, D., Balakrishnan, R. Distant freehand pointing and clicking on very large high resolution displays. *Proc. ACM UIST 2005*, 33-42. 2005.
- Wachs, J.P., Kolsch, M., Stern, H., Edan, Y. Vision-based hand-gesture applications. *Communications of the ACM*, 54(2):60-71, 2011. 2011.
- Worden, A., Walker, N., Bharat, K., Hudson, S. Making Computers Easier for Older Adults to Use: Area Cursors and Sticky Icons. *In: Proceedings of CHI'97, 1997, pp.266–271*. 1997.

Taustatiedot

Ikä: _____

Sukupuoli: ☐ Mies ☐ Nainen

Ammatti: _____

Kätisyys: _____

Käytän liiketunnistusta hyödyntäviä laitteita (esim. NintendoWii, Microsoft Kinect, eleohjaustelevisiot):

☐ En koskaan

☐ Harvoin

☐ Silloin tällöin

☐ Usein

Kysely - Informaatioseinä

Vastaa seuraaviin kysymyksiin.

1 = Ensimmäinen sessio, 2 = Toinen sessio, 3 = Kolmas sessio:

Huomasitko sessioiden välissä eroja? Jos, niin millaisia? _____

Mikä sessio oli mielestäsi miellyttävin? Miksi? _____

Mikä sessio oli vähiten miellyttävä? Miksi? _____

Missä sessiossa suoriuduit mielestäsi parhaiten? _____

Kysely - Informaatioseinä

Vastaa seuraaviin väittämiin ympyröimällä yksi vaihtoehto asteikolta 1-5, jossa 1 = Täysin eri mieltä ja 5 = Täysin samaa mieltä:

Sovelluksen käyttö oli miellyttävää	1	2	3	4	5
Sovelluksen toiminnot olivat selkeitä	1	2	3	4	5
Kontrolluin sovellusta	1	2	3	4	5
Sovelluksen käyttö oli liian hidasta	1	2	3	4	5
Käyttäisin sovellusta tulevaisuudessa	1	2	3	4	5